

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-19174

(43) 公開日 平成8年(1996)1月19日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 H 9/02	B			
H 0 5 B 3/00	3 2 0 Z			

審査請求 有 発明の数 1 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願平7-139568	(71) 出願人	391008814
(62) 分割の表示	特願平5-273838の分割		レイケム・コーポレイション
(22) 出願日	昭和54年(1979)12月1日		RAYCHEM CORPORATION
			アメリカ合衆国94025カリフォルニア州メ
			ンロ・パーク、コンスティテューション・
			ドライブ300番
(31) 優先権主張番号	9 6 5 3 4 4	(72) 発明者	リー・マーク・ミドルマン
(32) 優先日	1978年12月1日		アメリカ合衆国94025カリフォルニア、ポ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ートラ・バレー、コーテ・マデラ・ロード
			119番
		(74) 代理人	弁理士 青山 葆 (外2名)

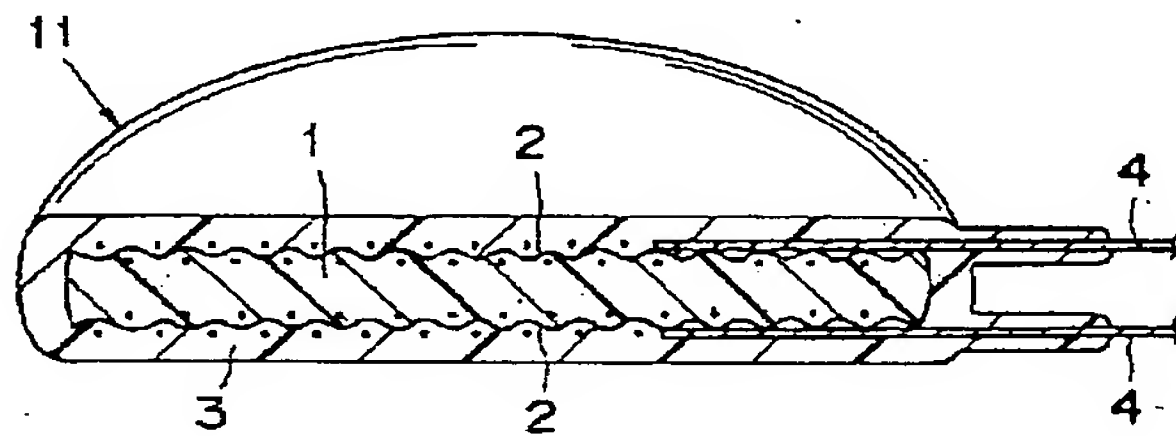
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PTC素子を有する保護回路

(57) 【要約】

【目的】 PTC素子(PTCポリマー物質を用いて構成した素子)を備え、たとえ小さな寸法のものであるとしても比較的高電流を取り扱い得る改良した保護回路を提供する。

【構成】 電力源と、PTC素子を含む回路保護器と、上記PTC素子に直列に接続されかつインピーダンスR_Lオームを有する他の回路素子とを備えた保護回路であって、該保護回路は通常の動作状態を有し、上記回路保護器の周囲が過剰温度となるかまたは該保護回路に過剰の電流が流れる時に高温安定動作状態に変換される。PTC素子はポリマーに導電性充填材を分散させたPTC導電性ポリマーであり、かつ25℃にて10オーム・cmの抵抗率を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力源と、PTC素子を含む第1の回路保護器と、上記PTC素子に直列に接続されかつインピーダンスRiオームを有する他の回路素子とを備えた保護回路であって、該保護回路は通常の動作状態を有し、上記第1回路保護器の周囲が過剰温度となるかまたは該保護回路に過剰の電流が流れる故障が起こった時に高温安定動作状態に変換され、

(1) 上記PTC素子は、(a) 導電性充填材を、ポリマーに分散させる方法によって調製され、かつ (b) 25℃にて10オーム・cm以下の抵抗率を有する、PTC導電性ポリマーからなり、

(2) 上記第1回路保護器は二つの金属平板電極と一定厚みtの平板PTC素子からなり、該PTC素子の両側に金属平板電極を配してなり、

(3) 電極が電力供給源に接続されるときは、行路長さtを有する等価直径dとすると、電流はd/tが少なくとも10であるような範囲で上記PTC素子を通して流れるようになっており、

(4) 上記第1回路保護器は25℃で抵抗値が1オーム以下で、

(5) 上記回路は第2回路保護器を配し、

(6) 少なくとも上記第1回路保護器の周囲の過剰温度によって上記保護回路が高温安定動作状態に変換される時には、高温安定動作状態下での保護回路の電力に対する通常動作状態下での保護回路の電力比、即ちスイッチ比が少なくとも8であることを特徴とする保護回路。

【請求項2】 上記第1回路保護器がサーモスタットまたはバイメタルスイッチである請求項1記載の保護回路。

【請求項3】 上記第1回路保護器および第2回路保護器が同様の故障に対して回路を保護しようとする請求項1または請求項2に記載の保護回路。

【請求項4】 上記第2回路保護器が故障した時第1回路保護器がスイッチが切り替わり作動する請求項3記載の保護回路。

【請求項5】 上記第1回路保護器および第2回路保護器が異なった故障に対して回路を保護しようとする請求項1または請求項2に記載の保護回路。

【請求項6】 スwitch比が少なくとも40である請求項1乃至5のいずれかに記載の保護回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、PTC導電性ポリマー物質で構成した素子からなる回路保護器を備えた電気回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 多くの導電性物質の固有抵抗は温度にしたがって変化することはよく知られており、特定の温度範囲以上において固有抵抗が急激に増大するようなこれ

等の導電物質は、通常、正性の温度係数(以降、PTCと称す)物質として称されている。

【0003】 PTC物質の例として、チタン酸バリウムのようにドーブされたセラミック材とか、導電性のポリマー材、たとえば、特殊な導電性を有するファイバーを散在させて成るポリマー材等がある。近來利用されているPTCセラミック材は、非常に安定した電気的特性を有する。他方、比較的高い電界、たとえば、2ボルト(V)/milにおいて、これ等のPTCセラミック材の固有抵抗は不都合にも最高値に達した後に急激に低下する傾向がある。ここで、さらに重要なことは、25℃での最小固有抵抗率は比較的大きく、一般に40オームcm以上もあり、このため、低抵抗値の小形の抵抗体としては使用することができない。さらには、これ等PTCセラミック材は、もろくかつ成形しにくいものである。導電性のPTCポリマー材は、一般に比較的に可撓性を有しかつ成形容易であり、つい最近までは物理および電気の分野での有用性が限定されていたが、最近の研究は、より広帯域特性を有する導電性ポリマー(特に低温域で低固有抵抗を示し高温域で高固有抵抗を示すように結合されたもの)がどのようにして提供されるか或いは導電性ポリマーを含む改良された装置がいかんにして製造されるかを開示した。

【0004】 この種の装置の参考例としては、たとえば、米国特許、No. 3,858,144、ドイツ国特許公開公報No. P2,543,314.1、P2,755,077.2、P2,755,076.1、P2,821,799.4、および、P2,903,422.2並びに、本願米国特許出願と同時に提出の米国出願に対応する、特公昭64-3322号公報および特公平1-51041号公報等がある。PTCセラミック材料は、既に、ヒータや、回路保護器(たとえば、“PTC抵抗器”(“The PTC Resistor”の表題の文献で、西暦1971年、電子部品会議におけるR. F. Blahaによる論稿を参照))などに使用されている。しかしながら、たとえば、1/2アンペアもしくはそれ以上の比較的高い安定度の電流を扱う回路においては、PTCセラミック材を基礎とする回路保護器は、(該PTCセラミック材は高い固有抵抗を有するために)不要に大形のものとなる。導電性のPTCポリマー材はヒータとして広く使用されている。さらには、文献、たとえば、米国特許No. 2,978,665(バーネット・エト・アルVernet et al)およびNo. 3,243,753(コーラ,Kohler)に提案されているように、上記PTC導電性ポリマー材が回路保護器に使用されている。しかしながら、満足できる結果が得られると考えられるPTC導電性ポリマーを含む特有の回路保護装置は一般的には上記文献にも開示されていない。これに対して、たとえこの種の特定の回路保護器を実際に作ることができることを上記文献が示唆しているにしてもこれらの示唆は不充分かつ誤ったものであり、以下

のPTC導電性ポリマーが適するものであることが我々の研究によって証明されるに至った。

【0005】すなわち、PTC素子が有機ポリマー材料に導電性カーボンブラックを分散させたPTC導電性ポリマーからなり、

(a) 25℃にて5オーム・cmより小さいの抵抗率を有し、

(b) (i) ポリマー成分の結晶融点が少なくとも118℃であり、(ii) カーボンブラックの量は、カーボンブラックのポリマー成分に対する体積比が少なくとも0.25になる量であり、

(c) ポリマー成分が熔融し、少なくとも180℃に達する機械的剪断工程に固体ポリマー成分およびカーボンブラックの混合物を付すことにより調製されると再現性に優れることを見いだした。

【0006】この発明の目的は従来のセラミックPTC材料を用いた装置における欠点を除き、新規PTCポリマー材料を使用して小形でかつ構造的に強く、電流の遮断特性もすぐれた回路保護器を備えた電気回路と提供することにある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、PTC素子(すなわち、PTCポリマー組成物を用いて構成した素子である)を備え、たとえ小さな寸法のものであるとしても比較的高電流を取扱い得る改良した電気回路を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の一態様においては、つぎのような電気回路を提供するものであり、すなわち、電力源と、PTC素子を含む回路保護器と、上記PTC素子に直列に接続されかつインピーダンス R_L 、

オームを有する他の回路素子とを備えた電気回路であつて、該電気回路は通常の動作状態を有し、上記回路保護

器の周囲が過剰温度となるかまたは該電気回路に過剰の電流が流れる時に高温安定動作状態に変換され、上記PTC素子は有機ポリマー材料に導電性カーボンブラックを分散させたPTC導電性ポリマーからなり、

(a) 25℃にて5オーム・cm以下の抵抗率を有し、(b) (i) ポリマー成分の結晶融点が少なくとも118℃であり、(ii) カーボンブラックの量は、カーボンブラックのポリマー成分に対する体積比が少なくとも0.25になる量であり、

(c) ポリマー成分が熔融し、少なくとも180℃に達する機械的剪断工程に固体ポリマー成分およびカーボンブラックの混合物を付すことにより調製され、

(2) 上記回路保護器は一定厚み t のPTC素子の両側に金属平板電極を配して直接PTC素子と接触させてなり、PTC素子を流れる電流の範囲の等価直径を d とするとき、 d/t が少なくとも10である範囲内で電流が流れるようになっており、

(3) 回路保護器は25℃で抵抗値が1オーム以下で、か

つ0.5R_Lオーム以下であり、

(4) 少なくとも上記回路保護器の周囲の過剰温度によって上記保護回路が高温安定動作状態に変換される時には、高温安定動作状態下の電気回路の電力に対する通常動作状態下の電気回路の電力比、即ちスイッチング比は少なくとも8であることを特徴とする電気回路にある。

【0009】上記の構成を有する電気回路において、電源から電流が回路保護器を介して回路素子に流れると、PTC素子は回路電流により加熱される。そして、周囲温度が所定の温度よりも高くなるか回路電流が異常に上昇してPTC素子を流れる電流が増加してPTC素子の温度が上昇するとPTC素子は遮断状態となり回路電流を抑制する。これによって回路を保護する。

【0010】この発明の回路を決定する場合において、上記回路は、回路保護素子を通じる電流の緩慢な増加分に応答しあるいは該回路を取り囲む媒体の温度の緩慢な増加分に応答するように基準が設けられている。しかしながら、この発明の回路は、やがて臨界的な作動状態に変更され、そしてこのときから、同時に、電流および温度の両方の増加により高温での作動状態に変更されることが明らかに理解できることになるであろう。また、温度および/又は電流の増加は必ずしも緩慢なものでもなくともよい(確かに、一般に予想される故障状態、たとえば、短絡とか異常電圧とかが発生するときには、電流の増加は緩慢なものではないであろう)ことも明らかに理解できよう。

【0011】上述のごとく定義される種々の回路においては、回路保護器は、他の回路素子、当該回路を取り囲む媒体、および、当該回路で熱が回路保護器から上記媒体へ放散し得る割合に応じて決定されることに留意しなければならない。なお、多くの目的に有用なる回路保護器は、標準的な回路中に、かつ、標準的な熱的環境中に置かれるときにふるまう機能を参照することによって決定することができる。

【0012】この発明は1個のPTC回路保護素子を備える回路として述べるが、互いに異なった故障条件で開閉動作し得る2個又はそれ以上の回路保護器を備えた回路をも含むことは理解し得るであろうし、そして、この回路保護器という用語は、それぞれ、所望の保護効果を発揮するように、直列および/又は並列に接続された2個もしくはそれ以上の多数個の回路構成部品を含む場合にも使用するものであることも理解できる。

【0013】また、この発明は、上述のごとく定義された電気回路および回路構成部品を含むものであり、たとえば、各電気回路もしくは各回路構成素子自体が、意図されたすべての要求を同時的に満足しなければならないものでもなく、たとえば、回路構成部品の電気的特性が製作された初期には満足し得ないものであっても製作以降におけるエージング処理によって、該回路構成部品が上述のごとく定義したものに該当するようになるものであ

ればよい。

【0014】この新規なる回路保護器においては、複数の電極および PTC 素子は、該素子の平均行程長さを l 、等価直径 d として、比 d/l が好ましくは少なくとも 10、さらに好ましくは 20 とする該素子の領域に電流が通じるように調整されている。この“等価直径”という用語は、上記素子の電流の通過する領域に相当する円形面積の直径をいうものである。ここでいう領域とは、一般的に容易に製造できるという見地から円形又は方形となっているが、上記素子の形状はどのようなものであってもよい。一般的には、一定の厚みで平坦状の PTC 素子板の両側にそれぞれ互いに対向するように、2 枚の互いに同等面積の板状の電極が配設されるようになっている。

【0015】PTC 素子は、一般に、均質的な組成物体ではあるが、たとえば、異なる固有抵抗および/又は種々のスイッチング温度を有する 2 以上の層を有するものでもよい。複数の電極は、直接的に PTC 素子に取り付けられ、あるいは、それ等の電極のうち、1 つもしくはそれ以上のものが PTC 素子と、他の導電材、たとえば、それぞれ一定の電力容量の導電性ポリマー組成物にてなる層を介して、電気的に接続されるようにしてもよい。上記回路保護器の製作にあたっては、余分な接触抵抗がないように注意する必要がある。

【0016】複数の電極は、一般に、低い固有抵抗率、たとえば、 1×10^{-4} オーム・cm よりも小さい固有抵抗で、当該素子の動作中に顕著な熱量が発生しないような厚さになっている。これ等の電極は、典型的には、金属、好ましくは、ニッケル製のものと、ニッケル製の板状のものである。これ等の電極における接着性の改善とか、接触抵抗の低減化のために、各電極には複数の開口部を設けることが好ましく、各開口部は、開口設定領域を含む電極の全表面に亘って実質的に均等電位となるように、十分に小さいものとする。伸展された網目状の金属或いは溶接された線状網目電極を用いるのが好ましく、この網目部の開口領域は、各開口が 0.13 cm^2 よりも小さい、好ましくは、 $0.06 \sim 0.013 \text{ cm}^2$ 程のものとして占有率が 50% から 80% 程のものとし、このようにすれば電極の全体の面積が PTC 素子中への電流の流入領域とみなされ、上記開口群の存在を無視し得るものである。

【0017】上記 PTC 素子は、通常の場合での当該回路の作動時において各組成物の固有抵抗率が好ましくは、5 オーム・cm よりも小さく、さらに好ましくは 1 オーム・cm よりも小さいもので構成するようにする。この種のほとんどの回路における通常の場合での作動条件では、当該素子の温度 T_{dn} は約 25°C 以上で、 25°C におけるこの PTC 素子の固有抵抗率は、好ましくは 3 オーム・cm よりも小さく、さらに好ましくは 1 オーム・cm よりも小さいものが用いられる。好ましくは PTC 素子の組成物とし

ては導電性を有するポリマー材で、好ましくは導電性のカーボンブラックを含む導電性の充填材を含有するものとする。特に、PTC 組成物として有用なものは、上述の米国特許願 No. 965,343 号 (特公昭 64-3322 号公報) の明細書に開示されており、その PTC 組成物の概略は、有機ポリマー材料に導電性カーボンブラックを分散させた PTC 導電性ポリマーからなり、

(a) 25°C にて 5 オーム・cm 以下の抵抗率を有し、(b) (i) ポリマー成分の結晶融点が少なくとも 118°C であり、(ii) カーボンブラックの量は、カーボンブラックのポリマー成分に対する体積比が少なくとも 0.25 になる量であり、(c) ポリマー成分が溶融し、少なくとも 180°C に達する機械的剪断工程に固体ポリマー成分およびカーボンブラックの混合物を付すことにより調製されることを特徴としている。かかる具体例については以下に実施例の後に具体的に例示する。

【0018】この種の PTC 素子の厚みが薄いものとなればなる程、それだけ素子が耐えなければならない電圧応力は大きいものとなる。それ故、上記 PTC 素子材は、少なくとも、電界 50 ボルト/ミリメートルの電圧応力、特に、高い温度で安定した熱平衡状態となるものにあつては少なくとも 200 ボルト/ミリメートルの電圧応力に耐えられるものとし、かつ、PTC 素子は、少なくとも 0.05 cm の厚さが必要である。

【0019】上記回路保護器の通常の場合での回路作動条件での抵抗値、いいかえれば、値 R_{dn} は、2 個の金属電極を当該 PTC 素子と接触させて構成したような単純な構成のものにあつては、主として当該 PTC 素子の抵抗率で決定されるものであり、上記値 R_{dn} は 1 オームより小さい、好ましくは 0.2 オームより小さい、さらには 0.1 オームより小さいものが好ましい。

【0020】保護対象の回路における電源装置からの電圧が、たとえば、50 ボルトもしくはそれ以下、特に、30 ボルトもしくはそれ以下、さらには、12 ボルトもしくはそれ以下であるように低いものである場合には、それだけ回路保護器の抵抗値は小さいものとするのが好ましい。上述のことに鑑みて、PTC 素子は、一般的には厚み 0.05 ないし 1 cm、好ましくは 0.1 ないし 0.5 cm であり、また等価直径寸法は 0.6 ないし 5 cm、好ましくは 1.5 ないし 3.3 cm とし、実質的には、該素子の厚みおよび/又は等価直径がより大きい素子を使用し得る。また、上記回路保護器が使用されている回路において、上記 R_{dn} は $0.5 \times R_L$ オームより小さいものとする必要がある。ここで、 R_L とは、当該回路保護器と直列接続されている残部のインピーダンスである。値 R_{dn} は、好ましくは $0.1 \times R_L$ オームより小さい、特に $0.04 \times R_L$ オームより小さい、さらには、 $0.001 \times R_L$ オームより小さいものにする。この R_L は、好ましくは、実質的に一定のもの、すなわ

ち、当該回路が作動する温度範囲内で $\pm 25\%$ の範囲以上には超えないものを使用する。 R_L は一般的には抵抗性の負荷であるが、その負荷の全体もしくは一部が、容量性もしくは誘導性のものであってもよい。しかしながら、負荷 R_L が、実質的に作動温度範囲内を超えて作動するようなものである場合には、回路保護器は、抵抗 R_L が減少することによる過剰電流に対する保護作用、および／又は抵抗 R_L が増加することによる過剰熱発生に対する保護作用により、抵抗 R_L の過剰な変化に対して回路を保護する。

【0021】上述のことから解るように、上記回路の通常の作動条件における電力容量は非常に小さいものであり、よって、即座に周囲に消失されるであろう。他方、回路に事故が発生したときには、当該回路保護器の電力容量は、最初、急激に増大してこの電力の周囲への消失を成し得ず、その後、高温度での安定した熱平衡の作動状態に達するまで減少するのであり、この高温度において、当該電力容量は消失され得るとともに、回路保護器の抵抗値は、確実に回路が“閉じる”ように大きな値となり、即ち、回路中の電流が適宜な低レベルに減じられる。この回路保護器の電力容量は、それ自体の抵抗値(この抵抗値は、回路保護素子自体の温度に依存している)、および、それ自体を通過する電流に依存しているから、この回路保護器は、それ自体の周囲の過剰温度、或いは回路中の過剰電流(或いは、勿論、両者の組み合わせ)にตอบสนองして回路を遮断する。我々は、実際に適用する場合において要求されるレベルまでに電流を減少させるためには、上述したスイッチング比、すなわち、高温度での安定な作動条件での電力容量に対する通常の作動条件での回路における電力容量の比は少なくとも8としなければならず、一般的には少なくとも10とし、好ましくは実質的により高く、たとえば、少なくとも20、好ましくは少なくとも40、さらには少なくとも100とすることが好ましいことを見出した。

【0022】過剰な周囲温度および過剰電流の両者に対して回路を保護するためにこの発明に係る装置を多く使用することができる。一方、最適な動作をするためには、上記装置の詳細な要件および当該装置の熱的環境要件が、予想される事故状態に応じて選択されるべきであり、そして、与えられた当該装置が電流中の増加分に応じてこの発明に従って機能する反面、周囲温度における不要な増加分に応じては機能することのないような或いはこれと逆の動作をするいくつかの回路構成とか環境とかが存在するものである。上記装置は、通常の作動条件において電流が0.5アンペアよりも大きい、たとえば、0.5~4アンペア、好ましくは0.5~2.5アンペアであるような回路において、特に有用なものであり、また、15アンペアもしくはそれよりも大きい定常電流を通過し得るように設計できるものである。

【0023】

【作用】以下に、上記装置の作用を、添付の図1乃至図4に従って説明する。図1は、代表的な装置の抵抗と温度との関係を示すものである。図2は電源、抵抗負荷 R_L 、および1個のPTC回路保護素子 R_d を備えたこの発明に係る代表的な回路例を示す。図3は、周囲温度における変化および抵抗発熱 I^2R の変化結果にしたがって回路保護器の抵抗が変化する以外は電気回路が変化しないときの当該装置の電力とその温度との関係を示す。また、この図3には、それぞれ異なった条件における熱放散により上記装置が消散し得る電力を表わす代表的な負荷線群、 $A_1, A_2, A_3, A_4, B_1, B_2, B_3$ および B_4 が示されている。これ等の各負荷線の頻度(一般的に起り得るように上記装置の温度と、この装置を取り囲む媒体の温度間の差が、 100°C よりも小さいときには、ほぼ、直線となっている)は、当該装置を取り囲む媒体の熱伝導率、媒体および回路保護器の表面の変動(もし、いくらかでもあれば)に従属したものであり、各負荷線の位置は、当該回路保護器を取り囲む媒体の温度に従属したものととなっている。これ等負荷線 A_1, A_2, A_3 および A_4 は、第1媒体における第1回路保護器のものを、該媒体の温度 T_1, T_2, T_3, T_4 の増加順に示されている。一方、各負荷線 B_1, B_2, B_3 、および B_4 は、たとえば、(a)第1媒体よりも低い熱伝導率を有する第2媒体中における同一の回路保護器、もしくは(b)、第1回路保護器と同一の電力・温度曲線を有し、しかしながら、第1回路保護器よりも小さい表面領域を有し、第1媒体中における第2回路保護器のものを示している。

【0024】上記回路保護器が負荷線 A_1, A_2, A_3 および A_4 を有し、媒体の温度に関する限り温度 T_3 以下にある限り、当該回路保護器は安定した平衡状態にあるであろう。

【0025】しかしながら、媒体の温度が臨界温度 T_3 (温度 T_{crit} として示すもの)に到達すると、この温度 T_3 の点で回路保護器は温度 $T_{d tripA}$ となっており、平衡状態が不安定なものとなり、さらに、媒体の温度がさらにいくらか上昇すると、該回路保護器の電力容量を、高温度での安定した平衡点に到達されるまで電力容量対温度 P/T の曲線の頂点を越えさせる。

【0026】もし、たとえば、媒体の温度が非常にゆっくり上昇し、よって、安定した平衡状態は、負荷線 A_3 が電力容量-温度曲線に、電力容量曲線の頂点を越えて交わる点で到達する。即ち、回路保護器が温度 $T_{d latch}$ に到達する時である。もし、媒体の温度が温度 T_4 まで上昇すると、このとき、平衡状態は、回路保護器が高温度 $T_{d latch}$ となるとときに達成される。上記回路保護器が、一旦、高抵抗、高温度、安定した平衡状態となるように強制されたとすると、このとき、もし、媒体の温度が温度 T_2 以下に低下して、実質的に、回路保護器を第1の位置に移行させる媒体の温度 T_{crit} 以下とならない限り、低抵抗状態(すなわち、回路中での実質的に

電流の流れの防止を続行することができなくなる)に復帰することができなくなることは明らかであろう。以降、回路保護器が“拘束された(latched)”状態にあると称する。上記回路保護器が、再び、リセット、すなわち、該回路保護器が、その周囲への熱消失率を大巾に高めることにより、低抵抗状態に戻らしめることができる。しかしながら、一般に、この発明の回路保護器は、もし、回路保護器のラッチングが発生すると、電流を遮断するとともに回路保護器を冷却することによりリセットされるようになっている。

【0027】負荷線 B_1, B_2, B_3 および B_4 を有する回路保護器の動作が、同様に説明される。これ等の負荷線に対して、回路保護器を包囲する媒体の温度が温度 T_2 (実質的に T_3 以下である)となったとき、この回路保護器が作動され、この状態における該回路保護器の温度は T_{dtripB} (実質的に温度 T_{tripA} 以下である)となっている。

【0028】図4は代表的な電力対温度曲線、 P と P^1 、および、この発明の典型的な回路保護装置の負荷線 A と B を示す。

【0029】 P は、電気回路が、周囲温度の変化および/又は抵抗発熱 I^2R による回路保護器の抵抗が変化する以外は変化しないときにおける該回路保護器の電力/温度曲線である。周囲温度 T で定常の作動状態のものとは、回路保護器の温度は、もし、回路保護器が負荷線 A を有するものとする T_{da} となり、また、負荷線 B を有するものとする T_{db} となる。 P^1 は、定常の作動状態時の電流より大きい電流が回路に流れたときの回路保護器の電力/温度の曲線である。もし、電気的事故、たとえば、抵抗 R_L の短絡や電圧サージ等が発生して回路保護器を流れる電流が急激に増加すると、この回路保護器の電力は、ほとんど瞬間的に、もし、この保護器が負荷線 A を有する場合には P_A になり、また、もし負荷線 B を有する場合には P_B になる。このように、回路保護器の電力が非常に高いレベルに増大するとともに、この回路保護器の温度(したがって、その抵抗値)に応じて傾きが大きくなり、この負荷線が電力/温度曲線と交わる時点で平衡状態となる。もし、この回路保護器が負荷線 A を有するものであるならば、この回路保護器が温度 T_{da} となって、当該回路から短絡事故を解消させて、以前の定常作動状態に復帰し、一方、この回路保護器が負荷線 B を有するものであるならば、この回路保護器は、ラッチされ、即ち、温度 T_{db} とされて、当該回路から短絡事故を解消しても、この回路保護器の温度はわずかに低下し、したがって、この回路保護器の電力がわずかに低下し、以前の定常の作動状態に復帰しなくなるということに留意しなければならない。

【0030】本発明にかかる回路保護器の多くの用途において、この回路保護器は、たとえ高抵抗、高温状態下でエージングが生じた場合でも、多少の長い期間に

亘って、実質的に同じ状態で動作し続けるようにすることが重要である。この発明の好ましい回路においては、保護器が既述の高温平衡点で10時間動作し、電流を遮断し、保護器を実質的に T_{dn} 以下に冷却し、媒体温度を実質的に T_n 以下に低下せしめる。というエージング処理をした後において、この回路が既述の正常作動状態となり、媒体が温度 T_n からゆっくり加熱された時、回路が $(T_{crit}-20)^\circ C$ と $(T_{crit}+10)^\circ C$ の間、好ましくは $(T_{crit}-5)^\circ C$ と $(T_{crit}+5)^\circ C$ の間にある不安定平衡点に達し、さらに媒体が $T_{crit}/10$ 以上に加熱された時、高温安定点に到達するような、(電力/温度)関係を回路保護器が持つようになっている。

また回路保護器は上記エージング処理後には、エージングされた回路の正常作動状態において $0.5 \times R_{dn}$ と $3 \times R_{dn}$ 、好ましくは $0.7 \times R_{dn}$ と $1.5 \times R_{dn}$ の間にある抵抗値 $R_{dn}/10$ を持つようにする。回路保護器が長期間トリップ状態とされる場合には、上述のように特定されたエージングを100時間行った後でも保護器が同一状態を維持できるようにすべきである。

【0031】回路保護器を10時間、好ましくは100時間高温平衡点に設定し、電流をしゃ断し、実質的に T_{dn} 以下に回路保護器を冷却するエージング処理を行った場合において、 R をオームで表わした保護器の抵抗、 T を保護器の温度とすると、温度が T_n と T_{dtrip} の間にあるとき量

【数1】

$$\frac{1}{R} \times \frac{dR}{dT}$$

が $\pm 5.0\%$ 以上、好ましくは $\pm 2.5\%$ 以上には変化しないようにすることによって回路保護器の動作の均一性が改良されることを我々は見出した。

【0032】回路保護器が動作する様子は、部分的には熱を当該回路保護器から消失させる割合に依存している。この割合は回路保護器の熱伝達係数に依存しており、静止空気中での回路保護器の平均全表面に関して測定したとき、熱伝達係数が2.5ないし6ミリワット/ $^\circ C \cdot cm^2$ 、好ましくは2.5ないし5ミリワット/ $^\circ C/cm^2$ の間にあるべきであることを我々は見出した。回路保護器の最適の熱的設計は、保護対象の故障条件に依存する。大抵の場合保護器は故障に対して出来るだけ早く応答する必要がある。したがって、回路を熱的過負荷から保護する場合には、回路保護器を包囲する媒体と回路保護器とができるだけ良好に接触すべきであり、一方回路を過剰電流から保護する場合には、回路保護器は熱的に絶縁されるべきである。熱的過負荷に対して保護する場合には、回路保護器は過剰な熱が発生する場所と保護器とが熱的に連結されるべきである。

【0033】この発明にかかる回路保護装置は、通常、PTC素子と複数の電極を包囲する電気絶縁用ジャケ

ットを備え、このジャケットはリード線を電極まで挿通している。このジャケットは、また、この回路保護装置の熱特性に影響を与えるものであり、このジャケットの厚みは適宜選定されている。この回路保護装置は、好ましくは酸素遮蔽層を設けることが好ましい。

【0034】この発明の回路は、もう1つの回路保護機器、たとえば、簡便形のサーモスタットもしくはバイメタルスイッチ等を備えており、この回路保護機器は、PTC回路保護器とかその他のものと同様、同一事故に対して回路を保護するためのものである。簡便形の回路保護機器およびPTC回路保護器は同一の事故に対して保護作用するようになっており、PTC回路保護器は、通常、他の機器あるいは保護器が故障したときにのみ動作するようになっている。電源装置は、たとえば、直流用のもので、たとえば、12Vを出力する1個又は数個のバッテリーとか、交流用の110Vとか220Vを出力するものである。

【0035】この発明に係る装置の断面図が、図5および図6に示される。図5に示す回路保護器は、円板状のPTC素子1を有しており、このPTC素子1の対向する両側面には丸形のメッシュ電極2が取り付けられている。リード4は、電極2と接続されている。酸素遮蔽層3はPTC素子1および電極2を包み込んでおり、リード4が該遮蔽層3を貫通している。酸素遮蔽層3とPTC素子1との境界面は、実質的に大きな空間を有しないようになっている。図6の回路保護器は、図5の回路保護器とは、各電極は、適宜電力許容値を有する導電性のポリマー組成材製の層5内に埋め込まれていることを除いて、同様のものとなっている。

【0036】この発明に係る回路保護装置を構成する水槽ヒータおよび該水槽ヒータの回路図が、それぞれ、図7および図8に示される。図5に示される回路保護器11は巻線ヒータ12と直列に接続されており、この巻線ヒータ12は、中空状のセラミックコア122にヒータ用抵抗線121を巻回して構成されている。バイメタルのサーモスタット13は、その周りの空気の温度が25℃から45℃までの範囲を越えるときに、ナールドノブ131により開くようになっている。キャパシタ132は、サーモスタット13と並列に接続されている。プラグ15は、ヒータ12を作動すべく120Vの交流電源装置(図示しない)と接続するようになっている。ランプ16および抵抗17(第7図中には図示しない)は、ヒータ12と回路保護器11とに並列に接続されており、ランプ16はプラグ15を介して交流電力が供給されて点灯するようになっている。ランプ18および抵抗19は、回路保護器11と並列に接続されて、該回路保護器11が高温度での平衡状態にあるときに点灯される一方、水槽ヒータが定常作動状態にあるときには、点灯されないようになっている。

【0037】上述の種々の構成部品は、下方に延在する

フレーム部材201を有する成形されたプラスチック製のキャップ20に固定され、これ等構成部品は、ガラス管ケース21に挿入されている。このガラス管ケース21の先端には、成形されたプラスチック部材22が取り付けられ、このプラスチック部材22はキャップ20と組み合わさるようになっており、そしてこのガラス管ケース21の底部にはガラス繊維14が入っている。また、このガラス管ケース21は成形されたプラスチックリング23により補強されている。図7および図8に示す水槽ヒータは、付設される回路保護器11、ランプ18、および抵抗19を除いて、公知のものと同一のものである。上記水槽ヒータの底部が水中に浸されると、このとき、120Vの交流電源装置と接続され、ヒータ12により発生された熱が水に放散され、この結果、サーモスタット13は、その周りの空気の温度に応じて開いたり閉じたりし、また、回路保護器11は低抵抗状態となっている。もし上記水槽ヒータが水から取り出されると、ガラスケース内の空気が急速に加熱されて、サーモスタット13が正しく作動する。このサーモスタット13が開くと、電流は、最早、回路中を流れることができず、回路保護器11は、低抵抗状態のままとなる。しかしながら、バイメタルのサーモスタットは全く信頼性に乏しいので、このサーモスタットが故障でもして、サーモスタットが閉じることがしばしばある。このことから解るように、上記水槽ヒータは、回路保護器11と共働せずに、もし、サーモスタットが故障すると、ガラスケースが過熱されることになり、この結果、この水槽ヒータが再び水に浸されると、該水槽ヒータのガラスケースが割れ、場合によっては発火する。しかしながら、図7および図8の水槽ヒータにおいては、たとえバイメタルのサーモスタットが故障しても、このときには、ケース内の空気は、回路保護器11が作動するまで温度上昇し、よって、回路電流は非常に低いレベルまで減じられ、このようなレベルでは、ヒータ12は多量の熱を発生しない。

【0038】

【実施例】この発明を、以下の例にしたがって説明する。

実施例1

図5に示した回路保護器は、前述した特公平1-51041号公報の例に記載した方法で製作したものである。回路保護器は、直径(d)1.91cmで、厚み2.03mmインチの円板に形成したPTC素子を有するもので、このPTC素子の両面に、それぞれ、ニッケル板に銅メッシュを有する電極が埋め込まれており、両電極間隔は約1.52mm程に適宜形成されている(すなわち、比 d/t は約1.2となっている)。上記PTC素子は、高密度のポリエチレンとエチレン/アクリル酸コポリマーとの混合体にカーボンブラックを分散させて構成したものである。この回路保護器の抵抗値は、25℃で約0.

1 オーム程であり、また、この回路保護器の最大通過電流値(I_{max})は約 2.5 アンペア(この回路保護器の 25℃の静止気体中での値である)。

【0039】本装置は図 7 に示すように養魚用水槽に使用され、水中に設置され 120 ボルトの交流電源に接続した。巻線抵抗形ヒータの抵抗値は 144 オームであった。水槽中のヒータの底部、すなわち正常な動作条件のもとでは回路電流は 0.83 アンペアであり装置の温度(T_{dn})は 50℃以下であり装置の抵抗(R_{dn})は 0.2 オーム以下であった。水槽用ヒータは水中から取り出されて空气中に置かれ故障をシュミレートするためにサーモスタットは常に閉じる位置に設定した。巻線形ヒータから生じた熱によって、ガラスケース内の温度は急速に 80℃(T_{crit})に上昇し、その点で装置の抵抗(R_{dtrip})は 0.3 オームとなった。装置の温度(T_{dtrip})は約 90℃となり、 I^2R 加熱によって装置が発生する熱の割合は装置が消費できる熱の割合を越えた。そして装置の温度は I^2R 加熱によって生じる熱の消費する高温の平衡状態になるまで急速に上昇した。この点で装置の温度(T_{dlatch})は約 125℃で、抵抗値(R_{dlatch})は約 7,200 オーム、回路電流は約 0.02 アンペアとなり巻線形ヒータはもはや顕著な熱を発生しなかった。スイッチング比は約 50 であった。そして装置は拘束状態となり巻線形ヒータは発熱しないにもかかわらず、回路電流は極端に低下した。電流を遮断して装置を室温に低下させることによって水槽用ヒータは元の状態に復帰した。

【0040】実施例 2

例 1 に述べた装置と、この装置に直列接続した 144 オームの抵抗および 120 ボルトの交流電源にてなる回路に本装置を設置した。この回路は実質的に例 1 の回路と同じ電気回路であり、同様の正常作動条件を備えるようにした。抵抗の近傍に短絡回路を設置して本装置と直列の負荷を 1 オームとして電流を約 120 アンペアに増加させた。本装置の電力はほぼ瞬間的に約 1500 ワットに上昇し装置が高温となり抵抗値が増加するにしたがって高温の均衡点に達するまで電力が減少した。例 1 と同様にスイッチング比は約 50 で本装置は拘束状態となった。

【0041】以上詳述したように、この発明によれば PTC 素子は通常時においては低抵抗であるので電力消費が従来のものに比して低くなり、かつ寸法が小さく熱的容量も低いから外部からあるいは内部から発生する熱に対する応答を早くすることができる。さらに本発明の導電ポリマー PTC 素子を有する回路は小寸法でありながら大電流をも流すことができるという利点もある。さらに PTC 素子は導電性有機ポリマーにカーボンブラックを分散したものを使用したから PTC 素子に割れなどが生じ難く、したがって種々の形状でのかつ小形でも製造が容易となり、その結果バッテリーや集積回路装置などに

も組み込める。

【0042】上述した本発明で使用する有用な PTC 組成物について具体的に説明する。

【0043】従来から、結晶性ポリマーに適当な量の微粉末電導性充填材を分散すれば電気伝導性を与えることができることは知られている。ある種の電導性ポリマーは PTC (positive temperature coefficient、正温度係数)挙動として知られる性質を示す。これまで、PTC という語は種々の意味で用いられてきたが、本明細書においては「PTC 挙動を示す組成物」や「PTC 組成物」という表現は、 R_{14} 値が少なくとも 2.5 および R_{100} 値が少なくとも 10、さらに好ましくは R_{30} 値が少なくとも 6 である組成物を表わすのに用いる。ここで、 R_{14} 値は 14℃範囲における終りと始めの比抵抗の比、 R_{100} 値は 100℃範囲における終りと始めの比抵抗の比および R_{30} 値は 30℃範囲における終りと始めの比抵抗の比である。本明細書で用いられる「PTC 素子」は、上述の PTC 組成物で構成された要素を表わす。PTC 素子(すなわち PTC 組成物で構成された要素)の抵抗を温度に対して対数プロットすると、しばしば組成物が少なくとも 10 の R_{100} 値を有する温度範囲の一部にわたって急激な変化が見られる。「スイッチング温度」(通常、 T_s と略記される)は、本明細書では傾きに急激な変化が見られる部分の両側にある実質的に直線である線を延長して得られる交点に対応する温度で表わす。「ピーク比抵抗」は、本明細書では T_s 以上で組成物が示す最大比抵抗を表わし、「ピーク温度」は、組成物がピーク比抵抗を有する温度を表わす。

【0044】電導性ポリマーに関する最近の研究は、たとえば米国特許第 3,858,144 号、西独特許公開第 P2543314.1、P2755077.2、P2755076.1、P2821799.4 および P2903442.2 ならびに本出願と同時に出願された米国特許出願第 965,344 号および第 965,345 号に対応する出願に記載されている。

【0045】特に有用な既知の PTC 組成物は、カーボンブラックが分散されている結晶熱可塑性ポリマーから成るものである。使用されるポリマーは、ポリエチレンの様なポリオレフィン類およびオレフィンと極性モノマーのコポリマーを包含する。一般に、組成物は T_s 以上の温度での安定性を増すために好ましくは室温での放射線照射により架橋されている。自己調整(self-regulating)ヒーターに用いられる組成物は、室温において比較的高い比抵抗、通常少なくとも 10^3 オームを有していなければならない。ところで、非常に低い比抵抗を有する PTC 電導性ポリマー組成物も重要な用途があることが知られているが、この様な組成物の調製には非常に重大な問題が伴う。たとえば、PTC 電導性ポリマー組成物の比抵抗を減少させる為に該組成物中の電導性充填材含量を増加させるに従って PTC 効果の強さが急速に減

少することが見い出されている[たとえば、エム・ナーキス(M. Narkis)ら、ポリマー・エンジニアリング・アンド・サイエンス(Poly. Eng. and Sci)第18巻649頁(1978年)参照。]。さらに、PTC電導性ポリマー組成物を高温にさらすと比抵抗が急激に増すことも見い出されている[たとえば、ジェイ・メヤー(J. Meyer)、ポリマー・エンジニアリング・アンド・サイエンス(Poly. Eng. and Sci.)第14巻706頁(1974年)参照。]。

【0046】本発明者らは、0℃以上のスイッチング温度(Ts)を伴うPTC挙動を示し、7 ohm・cm以下の比抵抗を有し、かつ結晶性ポリマー成分に分散されたカーボンブラックから成る組成物を製造するには、ポリマー成分は少なくとも10%の結晶化度を有し、カーボンブラックは20~150ミリミクロンの粒径Dを有し、表面積S(m²/g)とDの比S/Dが10を越えないことが必須であることを見出した[ここで、結晶化度はX線結晶学的に測定される。表面積の値Sは周知の窒素吸着法により測定される。DおよびSの測定の詳細についてはシュバート(Schubert)、フォード(Ford)およびリヨン(Lyon)著、アナリシス・オブ・カーボン・ブラック(Analysis of Carbon Black)、エンサイクロペディア・オブ・インダストリアル・ケミカル・アナリシス(Encyclopaedia of Industrial Chemical Analysis)第8巻179頁(1969年)、ジョン・ワイレー・アンド・サン(John Wiley and Son)(ニュー・ヨーク在)刊を参照されたい。]。

【0047】また、ポリマーに対する充填材(すなわち、カーボンブラックおよび組成物中に存在するすべての他の粒状充填材)の体積比は電気特性に重要な影響を及ぼし、この比は好ましくはS/D比と関連した

【数2】

$$\frac{S}{D} \times \frac{\text{充填材成分体積}}{\text{ポリマー成分体積}}$$

(以下、この値をS/D体積比という)が1以下、好ましくは0.5以下、より好ましくは0.4以下、特に0.3以下でなければならないことを見出した。

【0048】本発明者らは、さらにカーボンブラックをポリマー中に分散させる際および組成物を成形する際に消費される仕事は組成物の電気特性に重大な影響を有しており、これらの工程で消費される仕事は9.5~2900 Kg・m・cc⁻¹(1~300 hp・hr・ft⁻³)が好ましく、さらに9.5~970 Kg・m・cc⁻¹、特に9.5~485 Kg・m・cc⁻¹、最も9.5~240 Kg・m・cc⁻¹が好ましいことを見出した。もし、仕事消費が大きすぎると組成物はTs以下の温度で高すぎる比抵抗を有し、かつ/または高温で劣化させた場合の電気安定性が不十分となる傾向にある。一方、仕事消費が小さすぎると組成物のPTC挙動が不満足なものとなる。

【0049】本発明で用いられるポリマー成分は、単一ポリマーまたは二種もしくはそれ以上の異種ポリマーの混合物であって、結晶化度が好ましくは20%以上、特に40%以上のものである。好ましいポリマーとしては、ポリオレフィン類、特に1種またはそれ以上のα-オレフィンのポリマー、たとえばポリエチレン、ポリプロピレンおよびエチレン/プロピレンコポリマー; 1種またはそれ以上のα-オレフィン(たとえばエチレン)と1種またはそれ以上の極性コモノマー(たとえば酢酸ビニル、アクリル酸、アクリル酸エチルならびにアクリル酸メチル)とのコポリマー; ポリアリーレン類、たとえばポリアリーレンエーテルケトンならびにスルホンおよびポリフェニレンスルフィド; ポリラクトンを含むポリエステル類、たとえばポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンテレフタレートおよびポリカプロラクトン; ポリアミド類; ポリカーボネート類およびフルオロカーボンポリマー類、すなわち少なくとも10重量%、好ましくは20重量%のフッ素を含有するポリマー類、たとえばポリビニリデンフルオリド、ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化エチレン/プロピレンコポリマーおよびエチレンとフッ素含有コモノマー(たとえばテトラフルオロエチレン)要すれば第三のコモノマーから成るコポリマーが挙げられる。就中、ポリエチレンの混合物、特に高密度ポリエチレンおよびエチレンと極性コモノマー、好ましくはアクリル酸とのコポリマーを用いれば優れた結果が得られる。特に好ましいポリマー成分は、高密度ポリエチレン25~75重量%およびエチレン/アクリル酸コポリマー2~75重量%から成り、コポリマー中にアクリル酸を好ましくは4~10重量%含むものである。

【0050】比較的結晶化度の低いポリマーを用いた場合、強いPTC効果を得るには比較的粒径が大きく、比較的S/D値が低いカーボンブラックを用いるのが好ましい。けれども、多くのポリマーでは、粒径20~75ミリミクロンのカーボンブラックで満足すべき結果が得られる。カーボンブラックの粒径は30ミリミクロンより大きいことが好ましく、特に結晶化度が40%以下のポリマーの場合には60ミリミクロン以上が好ましい。カーボンブラックの粒径が大きくなるにつれて、PTC挙動を満足させながら比抵抗の低い組成物を得るのはより困難になる。そこで、粒径約100ミリミクロン以下のカーボンブラックを用いるのが好ましい。

【0051】組成物中のカーボンブラックの量は、組成物が7 ohm・cm以下、好ましくは5 ohm・cm以下、より好ましくは2 ohm・cm以下、特に2 ohm・cm以下の比抵抗を-40℃~Tsの温度、好ましくは20℃で有する範囲でなければならない。この様な比抵抗を所望のPTC挙動と共に得る為に必要な量は、ポリマー成分、カーボンブラックならびに存在する他の粒状充填材および組成物の調製ならびに成形方法に依存する。カーボンブラ

ックのポリマー成分に対する体積比は、一般に少くとも 0.15、好ましくは少くとも 0.25 であるが、実質的により多く、たとえば少くとも 0.40 または 0.50 にすることができる。

【0052】組成物にはカーボンブラックに加えて他の粒状充填材、たとえば非電導性無機または有機充填材（たとえば、酸化亜鉛、三酸化アンチモンまたは粘土）などを含有させることができる。本明細書では「充填材成分」とは、組成物中のすべての粒状充填材をいう。充填材成分は好ましくは酸化防止剤または組成物を劣化（たとえば熱酸化劣化）に対して安定化する他の添加物を含有する。このような添加物の量は、ポリマー重量を基準にして一般に 0.005～10、好ましくは 0.5～4 重量%である。好ましい添加剤としては有機酸化物、たとえば米国特許第 3,986,981 号（発明者：リヨンズ（Lyons））に開示されているヒンダード・フェノール（hindered phenol）および商品名イルガノックス（Irganox）としてチバ・ガイギー（Ciba Geigy）により製造されているヒンダード・フェノールが挙げられる。酸化防止剤の選択はポリマーに依存していることはもちろんであるが、ポリマーの酸化防止剤として一般に有用である物質のいくつかは、組成物の電気的性質を、高温にさらした場合に不安定化することにも注意しなければならない。

【0053】組成物を架橋しなければならない場合には、組成物に、加熱により分解して架橋を開始する化合物または組成物の放射線照射により架橋を開始する化合物を加えることもできる。

【0054】本発明の組成物は、少くとも 1000 ohm・cm、好ましくは少くとも 5000 ohm・cm、より好ましくは少くとも 10000 ohm・cm、特に少くとも 50000 ohm・cm のピーク比抵抗を有していなければならない。さらに、組成物を、外部加熱することによりその比抵抗が 100 ohm・cm とピーク比抵抗の間にある温度で 25 時間保つことから成る熱劣化処理に付した後に、該組成物が、(a) PTC 挙動を示し、かつ (b) T_s と -40°C の間の少くとも一温度、好ましくは T_s と -40°C の間の全温度における比抵抗が熱劣化前の組成物の同温度における比抵抗の 0.5～2 倍であることが好ましい。

【0055】組成物がこれらの性質を、前述の熱劣化処理を 40 時間、特に 50 時間行なった後にも有していることがより好ましい。加えて、このような熱劣化処理の後も、組成物のピーク比抵抗が少くとも 1000 ohm・cm、好ましくは少くとも 5000 ohm・cm、より好ましくは少くとも 10000 ohm・cm、特に少くとも 50000 ohm・cm であることが好ましい。

【0056】前述の劣化処理は受動的な処理であるが、満足すべき抵抗安定性を示す組成物のあるものは、活性状態、すなわち I^2R 加熱による高温において劣化された時、比較的迅速に性能低下を起こす。従って、組成物が、その中を流れる電流により I^2R 加熱されて 25 時間 T_s と $(T_s+50)^{\circ}\text{C}$ の間の温度に保持される電圧劣化処理に付した後において、(a) PTC 挙動を示し、かつ (b) T_s と -40°C の間の少くとも一温度、好ましくは T_s と -40°C の間の全温度における比抵抗が電圧劣化前の組成物の同温度における比抵抗の 0.5～2 倍であることが好ましい。

【0057】組成物がこれらの性質を、前述の電圧劣化処理を 40 時間、特に 50 時間行なった後にも有していることがより好ましい。加えて、このような電圧劣化処理の後も、組成物のピーク比抵抗が少くとも 1000 ohm・cm、好ましくは少くとも 5000 ohm・cm、より好ましくは少くとも 10000 ohm・cm、特に少くとも 50000 ohm・cm であることが好ましい。

【0058】ポリマー成分に充填材成分を分散させる方法および得られた分散物を成形する方法としては、いずれの方法も採用することができる。現在最も実際に有用な方法は、固体ポリマーおよび充填材成分を機械的な剪断工程（および要すれば外部加熱）にかけることによりポリマーを溶融して溶融ポリマー中に充填材を分散させる方法である。分散は、たとえばバンバリーミキサー、ロールミルまたは単葉もしくは複葉押出機により行うことができる。分散物は、直接所望の形状に押出成形することができ、またミキサーから通常の方法で取り出し、小片に切断した後、たとえば押出成形、モールディング、シンタリングなどにより溶融成形することができる。この分散および成形工程における総計の仕事消費は、前述の制限の範囲内でなければならない。カーボンブラックは、実質的に均一な電気的性質を有する組成物を与える様に充分分散されなければならないし、また、ある程度までは仕事消費が増加することによりさらに強い PTC 挙動を示す組成物が得られる。けれども、仕事消費が大きすぎると、高温で劣化させた場合電気的に不安定な組成物かつ／または T_s 以下の温度で高すぎる比抵抗を有する組成物しか得られない。

【0059】本発明は、本発明の組成物を成形して得られる PTC 素子からなる電気装置、特に回路制御装置を包含するものである。次に実施例を示し、本発明を更に詳しく説明する。各実施例については、表 1～表 21 にまとめてある。

【0060】

【表 1】

【表2】

実施例	ポ リ マ ー				カ ー ボ ン ブ ラ ッ ク					体 積 比		充 填 材			製 造 条 件				
	型	商品名	T _M (°C)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商 品 名	D (μ)	S ()	S/D	割合 (Wt%)	充填材 (ポリマー)	型	名称	割合 (Wt%)	製 法	工程 温度 (°C)	工程 時間 (min)	全エネルギー (kg·m·cm ⁻¹)	放射 線量 (Mrad)
1A	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	53.0	.43	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
1B	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	53.0	.43	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
2	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	70.0	MOGUL L	24	138	5.75	30.0	.23	-	-	-	MILL	190	5	58	0
3	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	70.0	MOGUL L	24	138	5.75	30.0	.23	-	-	-	MILL	190	5	58	20
4	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	54.5	STERLING R	75	25	0.34	44.6	.44	AO		0.9	MILL	190	5	58	0
5	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	54.5	STERLING R	75	25	0.34	44.6	.44	AO		0.9	MILL	190	5	58	20
6	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.4	REGAL 300	25	94	3.76	34.7	.29	AO		0.9	MILL	190	5	58	0
7	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.4	REGAL 300	25	94	3.76	34.7	.29	AO		0.9	MILL	190	5	58	20
8	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.4	STATEX M550	47	40	0.86	39.6	.36	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
9	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.4	STATEX M550	47	40	0.86	39.6	.36	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
10	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.4	CONTINEX HAF	28	86	3.07	34.7	.29	AO		0.9	MILL	190	5	58	0
11	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	66.0	STERLING SO	41	42	1.02	34.0	.28	-	-	-	MILL	190	5	58	20
12	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.8	STERLING SO	41	42	1.02	37.3	.33	AO		1.9	MILL	190	5	58	20

実施例	ポ リ マ ー			カ ー ボ ン プ ラ ス チ ッ ク					体積比	充 填 材		製 造 条 件							
	型	商品名	T _M (°C)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()	S/D	割合 (Wt%)	充 填 材 (ポリマー)	型	名称	割合 (Wt%)	製法	温度 (°C)	時間 (Min)	全エネルギー ギ一量 (Kp・m・cc ⁻¹)	放射線 線量 (Mrad)
13	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.6	STERLING SO	41	42	1.02	36.5	.33	AO CXA 130XL	ARD 130XL	1.9	MILL	190	5	58	0
14	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	.43	-	-	-	MILL	190	5	58	0
15	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	.43	-	-	-	MILL	190	5	58	20
16	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	.43	AO	AO	2.0	MILL	190	5	58	20
17	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.3	SHAWHIGAN	42	64	1.5	34.7	.29	AO	AO	1.0	MILL	190	5	58	0
18	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.3	SH AW	42	64	1.5	34.7	.29	AO	AO	1.0	MILL	190	5	58	20
19	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STATEX 160	19	146	7.68	37.6	.33	AO	AO	1.0	MILL	190	5	58	0
20	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STATEX 160	19	146	7.68	37.6	.33	AO	AO	1.0	MILL	190	5	58	20
21	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	67.3	CONDUCTEX SC	17	200	11.7	31.7	.25	AO	AO	1.0	MILL	190	5	58	0
22	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	67.8	CONDUCTEX SC	17	200	11.7	31.7	.25	AO	AO	1.0	MILL	190	5	58	20
23	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEX C	68	32	0.47	40.0	.37	AO	AO	1.8	BRA	225	6 at 120 rpm	430	0
24	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEX C	68	32	0.47	40.0	.37	AO	AO	1.8	BRA	225	6 at 120 rpm	430	20
25	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEX C	68	32	0.47	40.0	.37	AO	AO	1.8	BRA	225	4 at 60 rpm	145	0

【表3】

実施例	ポリマー				カーボンブラック				充填比 ($\frac{\text{充填材}}{\text{ポリマー}}$)	充 填 材			製 造 条 件					
	型	商品名	T _M (℃)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商 品 名	D (μ)	S ()		S/D	割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	製法	温度 (℃)	工程 時間 (min)	全エネルギー ($\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{cm}^{-1}$)
26	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEX G	68	32	0.47	40.0	AO		1.8	BRA	225	4 at 60 rpm	145	20
27	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	65.4	STERLING SO	41	42	1.02	33.7	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
28	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	65.4	STERLING SO	41	42	1.02	33.7	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
29	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	STERLING V	50	36	0.72	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
30	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	STERLING V	50	36	0.72	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
31	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.0	CONTINEX 785	60	31	0.52	35.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
32	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.0	CONTINEX 785	60	31	0.52	35.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
33	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	UNITED 650	66	36	0.55	36.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
34	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	UNITED 650	66	36	0.55	36.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
35	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	UNITED 660	68	36	0.53	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
36	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	UNITED 660	68	36	0.53	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	2
37	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	STATEX MT	250	10	0.04	75	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
38	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	STATEX MT	250	10	0.04	75	AO		1.0	MILL	190	5	58	20

【表4】

実施例	ポ リ マ ー				カ ー ボ ン ブ ラ ッ ク				体積比	元 項 材			製 造 条 件						
	型	商品名	T _M (℃)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()		S/D	割合 (Wt%)	充 填 材 (ポリマー)	型	名称	割合 (Wt%)	裁法	工程 温度 (℃)	工程 時間 (Min)	全エネルギー 密度 (KJ・m・cc ⁻¹)
39	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	52.5	FURNEX 765	60	30	0.5	45.5	.46	AO		2.0	BAN	180	3	153	0
40	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	52.5	FURNEX 765	60	30	0.5	45.5	.46	AO		2.0	BAN	180	3	153	20
41	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.8	FURNEX 765	60	30	0.5	39.2	.36	AO		2.0	MILL	190	5	58	20
42	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.0	FURNEX 765	60	30	0.5	40.0	.36	-	-	-	MILL	190	5	58	20
43	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	65.0	MONARCH 1300	13	560	43	35.0	.29	-	-	-	MILL	190	5	58	0
44	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	65.0	MONARCH 1300	13	560	43	35.0	.29	-	-	-	MILL	190	5	58	20
45	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	MONARCH 1300	13	560	43	34.0	.29	AO		3.0	MILL	190	5	58	0
46	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	MONARCH 1300	13	560	43	34.0	.29	AO		3.0	MILL	190	5	58	20
47	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	85.0	KETJEN EC	30	1000	33.3	15.0	.09	-	-	-	MILL	190	5	58	0
48	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	85.0	KETJEN EC	30	1000	33.3	15.0	.09	-	-	-	MILL	190	5	58	20
49	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	82.5	KETJEN EC	30	1000	33.3	14.6	.09	AO		2.9	MILL	190	5	58	0
50	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	82.5	KETJEN EC	30	1000	33.3	14.6	.09	AO		2.9	MILL	190	5	58	20
51	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	21.1	FURNEX 765	60	30	0.5	40.0	.35	AO		2.0	BAN	200	3	3	0

【表5】

	ポリマー				カーボンブラック					体積比 (充填材) (%)	充填材			製造条件					
	型	商品名	T _m (℃)	結晶化率 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()	S/D		割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	炭灰	温度 (℃)	工程 時間 (Min)	全エネルギー (kg・m ⁻²)	加照 線量 (Mrad)
実施例																			
52	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	21.1	FURNEX 765	60	30	0.5	40.0	.35	AO		2.0	BAN	200	3	3	20
53	LOPE (Plus)	DYNH-1	109	40-60	22.67	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	.48	AO		2.0	BAN	180	3	116	0
54	LDPE (Plus)	DYNH-1	109	40-60	22.67	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	.48	AO		2.0	BAN	180	3	116	20
55	MDPE (Plus)	GULF 2604	118	50-80	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	.43	AO		2.0	BAN	180	3	116	0
56	MDPE (Plus)	GULF 2604	118	50-80	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	.43	AO		2.0	BAN	180	3	116	20
57	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	32.4	STERLING 50	41	42	1.02	34.3	.28	AO		1.9	MILL	190	5	58	20
58	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	30.4	STERLING 50	41	42	1.02	37.3	.28	AO		1.9	MILL	190	5	58	0
59	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	30.4	STERLING 50	41	42	1.02	37.3	.28	AO		1.9	MILL	190	5	58	20
60	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	34.7	UNITED SL-90	90	24	0.27	34.7	.38	-	-	-	MILL	190	5	58	0
61	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	34.7	UNITED SL-90	90	24	0.27	34.7	.38	-	-	-	MILL	190	5	58	20
62	MDPE	GULF 2604	118	50-80	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	46.0	.46	AO		2.0	BAN	180	3	97	0
63	MDPE	GULF 2604	118	50-80	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	46.0	.46	AO		2.0	BAN	180	3	97	20
64	EAA	EAA 455	106	10-30	47.0	FURNEX 765	60	30	0.50	51.0	.58	AO		2.0	BAN	160	3	87	0

【表6】

実施例	ポリマー				カーボンブラック					体積比	充填材			製造条件				
	型	商品名	T _M (℃)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()	S/D	割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	製法	温度 (℃)	工程 時間 (Min)	全エネルギー (kg・m・cc ⁻¹)	放射 線量 (Mrad)
65	EAA	EAA 455	106	10-30	47.0	FURNEX 765	60	30	0.50	51.0	AO		2.0	BAN	160	3	87	20
66	HDPE	ALATHON 7030	135	10-30	53.2	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	AO		2.0	MILL	190	5	58	0
67	HDPE	ALATHON 7030	135	10-30	53.2	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	AO		2.0	MILL	190	5	58	20
68	LDPE	DYNH-1	109	40-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	AO		1.0	MILL	135	3	38	0
69	LDPE	DYNH-1	109	40-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	AD		1.0	MILL	135	3	38	20
70	PP	PROFAX 6523	165	30-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	AO		1.0	MILL	185	3	38	0
71	PP	PROFAX 6523	165	30-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	AO		1.0	MILL	185	3	38	20
72	PVF ₂ (Plus)	KYNAR 461	165	40	72.0	FURNEX 765	60	30	0.50	20.0	Acid C ₂ CO ₃	2.0	2.0	URA	220	3	77	0
73	PVF ₂ (Plus)	KYNAR 461	165	40	72.0	FURNEX 765	60	30	0.50	20.0	Acid C ₂ CO ₃	2.0	2.0	URA	220	3	77	20
74	ESTER	PCL 700	61	40	56.0	FURNEX 765	60	30	0.50	42.0	AO		2.0	BAN	100	3	77	0
75	ESTER	PCL 700	61	40	56.0	FURNEX 765	60	30	0.50	42.0	AO		2.0	BAN	100	3	77	20
76	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.8	STERLING SO	41	42	1.02	37.3	CXA 130 XL		1.9	MILL	190	5	58	0
77	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STERLING SO	41	42	1.02	37.6	AO		1.0	MILL	190	5	58	20

【表7】

実施例	ポ リ マ ー				カーボンブラック				体積比		充 填 材			製 造 条 件					
	型	商品名	T _M (℃)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()	S/D	割合 (Wt%)	充填材 (ポリマー)	型	名称	割合 (Wt%)	機 種	温度 (℃)	工程 時間 (Min)	全エネルギー 量 (Kg・m・G ⁻¹)	放射線 線量 (Mrad)
78	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	.43	AO		2.0	ZSK	190	3	415	20
79	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STERLING SO	41	42	1.02	37.6	.33	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
80	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	75.0	XC-72	30	254	8.4	25.0	.18	-	-	-	MILL	190	5	58	20
81	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	74.3	XC-72	30	254	8.4	24.8	.18	AO		0.9	MILL	190	5	58	20
82	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.2	STERLING SO	41	42	1.02	36.0	.33	XLA	TAIC	2.9	MILL	190	5	58	20
83	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.0	STERLING SO	41	42	1.02	36.0	.33	XLA AO	TAIC	2.9 1.9	MILL	190	5	58	20
84	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	STERLING V	50	36	0.69	40.0	.36	-	-	-	MILL	190	5	58	0
85	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	STERLING V	50	36	0.69	40.0	.36	-	-	-	MILL	190	5	58	20
86	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	VULCAN 3	28	80	2.86	40.0	.36	-	-	-	MILL	190	5	58	0
87	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	VULCAN 3	28	80	2.86	40.0	.36	-	-	-	MILL	190	5	58	20
88	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	70.0	VULCAN XC-72	30	254	8.4	30.0	.23	-	-	-	MILL	190	5	58	0
89	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	70.0	VULCAN XC-72	30	254	8.4	30.0	.23	-	-	-	MILL	190	5	58	20
90	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	50.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	50.0	.53	-	-	-	MILL	190	5	58	0

【表8】

実施例	ポ リ マ ー				カーボンブラック				体積比 ($\frac{\text{无灰材}}{\text{ポリマー}}$)	充 填 材			製 造 条 件					
	型	商 品 名	T _M (℃)	結晶 化 度 (%)	割合 (Wt%)	商 品 名	D (μ)	S ()		S/D	割合 (Wt%)	型	名 称	割合 (Wt%)	製法	工程 温度 (℃)	工程 時間 (Min)	全エネルギー 密度 ($\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{CC}^{-1}$)
91	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	50.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	50.0	-	-	-	MILL	190	5	5.8	20
92	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	-	-	-	MILL	190	5	5.8	0
93	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	-	-	-	MILL	190	5	5.8	20
94	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	62.2	VULCAN 3	28	80	2.86	19.5	AO FR	SANTOVAR DECHLORANE Sb ₂ O ₃	7.8 7.0 3.5	MILL	190	5	5.8	0
95	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	62.2	VULCAN 3	28	80	2.86	19.5	AO FR	SANTOVAR DECHLORANE Sb ₂ O ₃	7.8 7.0 3.5	MILL	190	5	5.8	20

【0061】表1～表8には、各試料に用いられた成分および製造方法が示されている。表1～表8では、ポリマーは型、商品名、結晶の融点(T_M)および結晶化度(%)ならびに組成物中の重量割合により表示されている。型の欄で用いられている略号は次の通りである：

HDPE 高密度ポリエチレン

LDPE 低密度ポリエチレン

MDPE 中密度ポリエチレン

EAA エチレン／アクリル酸コポリマー

10 PP ポリプロピレン

PVF₂ ポリビニリデンフルオリド

PB ポリ-1-ブテン

FEP フッ素化エチレン／プロピレンコポリマー

実施例16, 51～61, 72, 73および78では、表1～表8に示したポリマーに加えて表9のポリマー成分が含まれている。

【0062】

【表9】

実施例	型	名 称	T _m (°C)	結晶割合(%)	割合(wt%)
16	EAA	EAA 499	106	10~30	30.0
51.52	PP	PROFAX 8523	165	30~60	36.9
53.54	EAA	SURLYN 1652	102	10~30	28.23
55.56	EAA	EAA 455	106	10~30	30.0
57	PP	PROFAX 8623	165	30~60	31.4
58.59	PB	NITRON 100	124	30~55	30.4
60.61	FEP	FEP 100	275	40	30.6
72.73	RUBBER	VITON A-HV	—	—	6.0
78	EAA	EAA 499	106	10~30	30.0

【0063】表1～表8のこれら実施例の型の欄において「PLUS」とあるのは、上述の添加成分が存在することを意味する。表1～表8には、さらに使用されたカーボンブラックが、商品名、粒径(D)(ミクロン)、表面積(S)(m²/g)および組成物中の重量%により表示されている。また、S/D比も与えられている。さらに、ポリマーに対するカーボンブラックの体積比(CB/POLY比)も示されている。

【0064】表1～表8には、ポリマーおよびカーボンブラックに加えて存在するすべての物質が示されている。これらの添加物は、型および名称ならびに組成物中の重量%により表示されている。この型の欄で用いられ

ている略号は次の通りである：

AO 酸化防止剤、使用される酸化剤は、名称の欄に特記されていない限り4,4'-チオビス(3-メチル-6-tert-ブチルフェノール)(平均重合度3~4)[米国特許第3,986,981号参照]である。

CXA 架橋剤

Acid 受酸剤

XLA 架橋剤

FR 防炎剤

【0065】名称の欄で用いられている略号は次の通りである：

130XL	過氧化物架橋剤(ルパーコ(Luperco)130XL)
ARD	アジエライト(Agerite)樹脂D
CaCO ₃	炭酸カルシウム
イrganox(Irganox)	テトラキス[メチレン(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシ-ヒドロキシナメート)]メタン
1010	トリアリルイソシアヌレート
TAIC	2,5-ジ-tert-アミルヒドロキノキノン
サントバ-A(Santovar)	デカクロロビフェノール
デクロラン(Dechloran)	三酸化アンチモン
Sb ₂ O ₃	

【0066】表1～表8には、さらに各成分の混合および成形に用いられた特定の製法、工程温度(°C)、工程時間(min)および製造中に用いられた全エネルギー量(Kg・m・cc⁻¹)(Shear History)が示されている。製法の欄で用いられている略号は次の通りである。

【0067】BAN: 適量の各成分(たとえば、実施例1Aおよび1Bでは、高密度ポリエチレン1504.8g、カーボンブラック1208.4gおよび酸化防止剤22.8g)を、水冷ロータ付水蒸気加熱パンバリーミキサー中、流動温度で5分間混合する。混合物をミキサーから取り出し、冷却した後、小片に切断する。切断した混合物の一部を180°C、70Kg/cm²の圧で5分間圧縮成形して厚さ約0.1cmの平板に加工する。2.5×3.50

7.5cmの長方形試料を該平板から切り出す。これらの実施例では、試料を放射線照射する。線量は表1～表8に示されており、詳細は後述する。一定の照射量の照射を受けた試料は架橋する。次に、0.6×2.5cmの帯状に銀-エポキシ組成物(エレクトロダグ(Electrodag)504)を試料の各端に塗布して銀電極を形成する。試料を外部加熱により160°Cで15分間保って熱処理を行う。次いで、1°C/分の割合で室温まで冷却する。

【0068】MILL: 適量の各成分を電氣的に加熱した7.6cmのロールミルにより流動温度で混合する。混合物をミルからシートに形成し、冷却した後、小片に切断する。切断混合物の一部を、適温、70Kg/cm²の圧で3分間圧縮成形して厚さ約0.06cmの平板に加工

する。2.5×3.75cmの長方形試料を平板から切り出す。特記されている場合には放射線照射した後、BAN法と同様にして銀電極を形成する。次いで、試料を外部加熱により($T_M + 30$)℃で15分間保って熱処理する。この後、1℃/分の割合で室温まで冷却する。

【0069】BRA: 適量の各成分を逆回転式複葉ミキサー(ブラベンダー・プラストグラフ(Brabender Plastograph))により混合し、混合物を押し出して撚り物とする。これを冷却した後、小片に切断する。この後、MILL法と同様にして切断混合物から試料を製造し

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_s	T_{op}
1A	0.12	6.5×10^{-1}	4.2×10^4	125	139	144
1B	0.12	1.3×10^0	$>1.7 \times 10^6$	120	132	>145
2	1.32	3.5×10^0	5.1×10^2	105	127	137
3	1.32	5.9×10^0	5.3×10^5	87	124	137
4	0.15	8.0×10^{-1}	2.4×10^3	113	130	142
5	0.15	9.0×10^{-1}	2.2×10^5	97	130	138
6	1.08	5.8×10^0	$>2.0 \times 10^6$	110	130	>137
7	1.08	5.1×10^0	$>1.5 \times 10^6$	100	125	>137
8	0.31	9.0×10^{-1}	1.7×10^6	97	123	>150
9	0.31	1.1×10^0	2.1×10^3	123	136	145
10	0.88	1.9×10^0	1.1×10^6	118	131	>160
11	0.28	5.9×10^0	$>1.4 \times 10^6$	105	125	>130
12	0.33	5.6×10^0	$>1.6 \times 10^6$	110	131	>140
13	0.33	1.2×10^1	9.4×10^5	110	130	>160
14	0.17	4.5×10^{-1}	8.9×10^2	130	134	140
15	0.17	6.9×10^{-1}	1.7×10^4	123	126	>160
16	0.33	2.9×10^0	9.5×10^5	81	85	>175

【表11】

た。

【0070】表1～表8には、放射線照射により架橋された試料に対する放射線量も示されている。放射線量が20Mradの場合、まず一方の側から10Mrad照射し、次いで、他方から10Mrad照射する。実施例13および76では、200℃で12分間加熱して試料の架橋を行なった。

【0071】

【表10】

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_s	T_{sp}
17	0.43	2.2×10^0	1.3×10^3	126	130	140
18	0.43	3.4×10^0	2.6×10^2	118	126	>175
19	2.51	1.6×10^0	1.3×10^2	117	130	140
20	2.51	2.7×10^0	7.4×10^2	118	125	>175
21	2.93	2.9×10^0	2.6×10^2	113	130	140
22	2.93	5.9×10^0	1.9×10^4	110	127	>175
23	0.17	4.4×10^0	> 1.8×10^6	115	132	>140
24	0.17	8.4×10^0	> 1.5×10^6	95	127	>135
25	0.17	7.1×10^0	> 1.4×10^6	111	131	>139
26	0.17	9.4×10^0	> 1.6×10^6	85	125	>135
27	0.28	1.5×10^0	1.3×10^5	115	131	140
28	0.28	3.1×10^0	1.5×10^5	108	129	140
29	0.27	1.1×10^0	8.5×10^4	112	133	145
30	0.27	3.5×10^0	> 1.4×10^6	100	127	137
31	0.15	4.6×10^0	> 1.8×10^6	94	134	>145
32	0.15	1.4×10^1	> 1.8×10^6	100	126	>139
33	0.17	2.4×10^0	> 1.9×10^6	118	138	>146

【表12】

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_s	T_{pp}
34	0.17	7.9×10^0	$>1.9 \times 10^5$	112	130	>138
35	0.20	1.6×10^0	2.1×10^4	120	138	150
36	0.20	4.0×10^0	1.9×10^5	115	131	>175
37	0.07	5.8×10^0	1.7×10^5	128	136	>175
38	0.07	8.2×10^0	1.2×10^5	131	134	>175
39	0.23	1.5×10^1	2.6×10^3	87	125	138
40	0.23	5.7×10^1	1.9×10^5	90	124	138
41	0.18	5.1×10^0	$>1.5 \times 10^6$	112	130	>138
42	0.18	3.8×10^0	$>1.5 \times 10^6$	117	128	>140
43	12.34	9.1×10^0	6.4×10^1	122	117	140
44	12.34	2.2×10^1	1.9×10^2	118	120	135
45	12.34	1.6×10^1	1.8×10^2	124	124	140
46	12.34	2.5×10^1	3.8×10^2	125	123	140
47	3.13	1.7×10^0	4.3×10^0	139	127	142
48	3.13	2.5×10^0	6.0×10^0	137	122	>175
49	3.13	2.4×10^0	6.5×10^0	138	130	143
50	3.13	2.7×10^0	8.2×10^0	135	125	139

【0072】

30 【表13】

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{主材料体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_s	T_{pp}
51	0.18	4.6×10^0	$>20 \times 10^6$	109	128	>136
52	0.18	1.5×10^1	$>1.8 \times 10^6$	95	126	>137
53	0.24	1.9×10^0	5.8×10^3	75	87	121
54	0.24	5.0×10^0	$>1.7 \times 10^6$	78	99	>175
55	0.22	2.2×10^0	3.4×10^3	65	85	115
56	0.22	3.6×10^0	2.2×10^4	67	83	>175
57	0.28	4.3×10^0	$>1.4 \times 10^5$	104	129	>140
58	0.28	2.3×10^0	3.6×10^2	101	120	140
59	0.28	3.6×10^0	7.7×10^2	103	125	>175
60	0.10	1.3×10^0	2.2×10^4	117	138	145
61	0.10	1.9×10^0	$>2.2 \times 10^6$	117	129	>175
62	0.23	1.7×10^0	1.7×10^4	100	114	130
63	0.23	2.6×10^0	4.3×10^5	100	114	>180
64	0.29	2.4×10^0	1.7×10^4	59	85	108
65	0.29	2.5×10^0	5.6×10^3	87	82	>180
66	0.22	1.5×10^0	3.1×10^4	126	132	144
67	0.22	1.6×10^0	4.2×10^4	116	131	139

【表14】

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_1	$T_{\rho p}$
68	0.23	1.6×10^0	2.5×10^3	75	100	120
69	0.23	2.1×10^0	4.8×10^4	75	93	>180
70	0.23	2.4×10^0	3.2×10^3	120	142	183
71	0.23	3.8×10^0	3.3×10^3	115	136	166
72	0.30	3.4×10^0	9.3×10^3	115	145	166
73	0.30	2.1×10^1	1.8×10^6	105	138	>161
74	0.23	2.6×10^0	4.0×10^3	50	55	61
75	0.23	2.6×10^0	5.7×10^3	50	55	61
76	0.33	7.1×10^0	1.7×10^5	105	128	>160
77	0.33	6.6×10^0	1.5×10^6	105	127	>135
78	0.33	2.9×10^0	9.5×10^5	81	85	>175
79	0.33	5.8×10^0	1.7×10^6	120	129	140
80	1.50	9.1×10^0	3.6×10^3	110	129	>160
81	1.50	1.5×10^1	3.6×10^4	110	130	>160
82	0.33	7.1×10^0	> 1.8×10^6	108	125	>135
83	0.33	7.1×10^0	> 1.7×10^6	110	125	>137
84	0.25	8.6×10^{-1}	8.6×10^2	112	132	140

【表15】

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_1	$T_{\rho p}$
85	0.25	1.4×10^0	4.3×10^3	110	125	>160
86	1.02	7.4×10^{-1}	6.9×10^1	120	130	140
87	1.02	9.4×10^{-1}	5.2×10^2	105	125	140
88	1.92	1.9×10^0	1.9×10^1	125	127	140
89	1.92	2.0×10^{-1}	2.2×10^5	125	125	>160
90	0.14	6.0×10^{-1}	1.5×10^3	122	131	140
91	0.14	1.4×10^0	> 1.5×10^6	110	127	>155
92	0.17	4.5×10^{-1}	8.9×10^2	130	134	140
93	0.17	6.9×10^{-1}	1.7×10^4	123	126	>160
94	0.49	3.0×10^1	1.0×10^5	90	125	140
95	0.49	4.4×10^2	1.6×10^6	80	116	>135

【0073】表10～表15には、各試料の
【数3】

$$\frac{S}{D} \times \frac{\text{充填材成分体積}}{\text{ポリマー成分体積}}$$

で示される値および比抵抗／温度特性値が示されている。表10～表15に示された比抵抗は、外部加熱して室温から1℃/分の割合で昇温する間に測定された抵抗から計算されたものである。表10～表15で用いられ

ている略号は次の通りである。

ρ_{20} (ohm.cm) 20℃での比抵抗

ρ_p (ohm.cm) ピーク比抵抗

T_{2x} (℃) 比抵抗が20℃の比抵抗の2倍になる温度

T_s (℃) スイッチング温度

T_p (℃) ピーク温度

【0074】

【表16】

実施例	エージング条件		初期性能		最終性能		2時間後		9時間後	
	ρT	T	ρ_{20}	ρ_p	ρ_{20}	ρ_p	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)
1A	2.0×10^4	140	8.3×10^{-1}	4.2×10^4	5.8×10^0	1.7×10^5	8.4×10^{-1}	1	1.1×10^0	1
2	5.2×10^2	130	1.6×10^1	5.1×10^2	1.4×10^1	1.0×10^2	1.6×10^1	0	1.5×10^1	6
3	1.6×10^4	130	5.9×10^0	5.3×10^5	1.4×10^1	$> 1.1 \times 10^6$	5.6×10^0	5	6.6×10^0	12
4	6.5×10^2	130	4.0×10^0	2.4×10^3	3.2×10^0	2.1×10^1	4.0×10^0	0	3.8×10^0	0
5	1.4×10^6	130	1.3×10^1	2.2×10^5	2.0×10^1	2.2×10^5	1.5×10^1	15	1.7×10^1	30
7	1.8×10^5	130	7.5×10^0	$> 1.5 \times 10^6$	1.3×10^1	5.0×10^5	7.6×10^0	1	9.1×10^0	21
8	8.3×10^2	130	4.5×10^0	1.7×10^6	3.4×10^0	1.6×10^1	4.5×10^0	0	4.0×10^0	11
9	2.1×10^6	130	7.3×10^0	2.1×10^3	1.4×10^1	6.0×10^5	8.5×10^0	16	9.4×10^0	29
10	1.1×10^2	130	2.8×10^0	1.1×10^6	2.7×10^0	1.1×10^2	3.0×10^0	7	2.9×10^0	4
11	1.4×10^6	130	5.7×10^0	$> 1.4 \times 10^6$	9.9×10^0	3.2×10^5	6.7×10^0	18	7.1×10^0	24
12	1.6×10^6	130	4.5×10^0	$> 1.6 \times 10^6$	7.5×10^0	9.5×10^5	5.2×10^0	16	5.6×10^0	24
13	2.3×10^5	130	9.4×10^0	9.4×10^5	1.5×10^1	1.5×10^4	1.2×10^1	28	1.3×10^1	38
29	3.0×10^4	140	1.5×10^0	8.5×10^4	3.1×10^0	$> 1.6 \times 10^6$	1.6×10^0	7	1.8×10^0	20
33	$> 1.9 \times 10^6$	140	3.8×10^0	$> 1.9 \times 10^6$	8.5×10^0	$> 1.9 \times 10^6$	4.2×10^0	11	9.4×10^0	147
35	3.1×10^3	140	1.6×10^0	2.1×10^4	3.3×10^0	2.6×10^5	1.5×10^0	6	1.7×10^0	6
40	3.3×10^2	130	1.6×10^0	1.9×10^5	4.7×10^0	2.1×10^3	2.0×10^0	25	2.5×10^0	56
41	7.5×10^4	130	4.4×10^0	$> 1.6 \times 10^6$	6.4×10^0	1.5×10^2	4.9×10^0	11	5.3×10^0	20
42	7.0×10^4	130	3.3×10^1	$> 1.5 \times 10^6$	4.4×10^0	4.4×10^3	3.6×10^0	9	3.8×10^0	18
51	2.7×10^2	130	1.9×10^0	$> 2.0 \times 10^6$	2.0×10^0	3.0×10^1	2.0×10^0	5	2.0×10^0	5
52	3.2×10^3	130	7.1×10^0	$> 1.8 \times 10^6$	7.0×10^0	1.6×10^3	6.9×10^0	3	7.0×10^0	2
62	1.9×10^4	140	1.7×10^0	2.5×10^4	3.7×10^0	$> 1.0 \times 10^5$	2.2×10^4	29	2.4×10^0	41

【表17】

実施例	エーシング条件		初期性能		最終性能		2 時間後		9 時間後	
	ρ_T	T	ρ_{20}	ρ_p	ρ_{20}	ρ_p	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)
63	3.3×10^5	140	2.6×10^0	4.3×10^5	4.6×10^0	$> 2.0 \times 10^6$	3.1×10^0	19	3.7×10^0	42
64	5.4×10^3	140	2.4×10^0	1.7×10^4	6.6×10^0	$> 3.3 \times 10^3$	3.0×10^0	25	3.5×10^0	25
65	5.9×10^2	140	2.5×10^0	5.6×10^3	4.6×10^0	$> 2.7 \times 10^2$	3.3×10^0	32	3.9×10^0	56
66	2.2×10^4	140	1.5×10^0	3.1×10^4	1.3×10^1	7.4×10^4	8.4×10^0	460	6.2×10^0	313
67	6.9×10^4	140	1.6×10^0	4.2×10^4	3.2×10^0	2.2×10^1	6.1×10^{-1}	61	3.4×10^{-1}	79
68	5.6×10^3	140	1.6×10^0	2.5×10^3	3.1×10^0	1.4×10^4	2.0×10^0	25	2.3×10^0	44
69	9.0×10^2	140	2.7×10^0	4.8×10^4	5.3×10^0	1.8×10^4	2.7×10^0	29	3.0×10^0	43
76	1.5×10^4	130	5.9×10^0	1.7×10^6	7.0×10^0	4.3×10^3	6.6×10^0	12	6.7×10^0	14
80	1.5×10^3	130	9.1×10^0	3.6×10^3	9.1×10^0	3.3×10^2	9.1×10^0	0	9.1×10^0	0
81	5.2×10^3	130	1.3×10^1	3.6×10^4	1.3×10^1	$> 6.9 \times 10^2$	1.3×10^1	0	1.3×10^1	0
82	1.4×10^6	130	5.8×10^0	$> 1.6 \times 10^6$	7.6×10^0	$> 1.4 \times 10^2$	6.2×10^0	7	6.7×10^0	16
83	3.4×10^5	130	7.1×10^0	$> 1.7 \times 10^6$	9.2×10^0	2.5×10^3	7.4×10^0	4	7.8×10^0	10
85	2.9×10^3	140	1.4×10^0	4.3×10^3	2.2×10^0	5.1×10^3	1.5×10^0	7	1.7×10^0	21
89	8.6×10^1	140	2.2×10^0	2.2×10^5	2.6×10^0	$> 8.4 \times 10^4$	2.2×10^0	0	2.2×10^0	0
90	8.4×10^2	140	1.3×10^0	1.5×10^3	3.9×10^0	7.6×10^3	2.2×10^0	69	2.9×10^0	123
91	3.0×10^5	140	2.0×10^0	$> 1.5 \times 10^6$	2.7×10^0	1.1×10^6	3.1×10^0	55	4.3×10^0	115
93	5.2×10^4	140	6.9×10^{-1}	1.7×10^4	1.0×10^0	1.3×10^3	6.9×10^{-1}	0	8.3×10^{-1}	20

【表18】

実施例	2 7 時 間 後		4 6 時 間 後		5 2 時 間 後		7 3 時 間 後	
	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)
1A	1.2×10^0	44	1.8×10^0	116			5.8×10^0	598
2	1.4×10^1	12			1.4×10^1	12		
3	9.9×10^0	68			1.4×10^1	137		
4	3.6×10^0	10			3.2×10^0	20		
5	2.2×10^1	69			2.7×10^1	107		
7	1.1×10^1	47			1.3×10^1	73		
8	3.8×10^0	16			3.4×10^0	24		
9	1.1×10^1	51			1.4×10^1	92		
10	2.8×10^0	3			2.7×10^0	2		
11	8.5×10^0	49			9.9×10^0	74		
12	6.7×10^0	49			7.5×10^0	67		
13	1.4×10^1	49			1.5×10^1	59		
29	2.3×10^0	53	2.8×10^0	87			3.1×10^0	106
33	6.0×10^0	58	7.4×10^0	95			8.5×10^0	123
35	2.0×10^0	25	2.5×10^0	56			3.3×10^0	106
40	2.8×10^0	75			4.7×10^0	193		
41	6.1×10^0	39			6.4×10^0	45		
42	4.4×10^0	86			4.4×10^0	86		
51	2.1×10^0	10			2.0×10^0	5		
52	7.0×10^0	2			7.0×10^0	2		
62	3.7×10^0	117	4.2×10^0	147			3.7×10^0	117

【表19】

実施例	27時間後		46時間後		52時間後		73時間後	
	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)
63	5.0×10^0	92	5.6×10^0	115			4.6×10^0	77
64	5.1×10^0	112	5.9×10^0	145			6.6×10^0	175
65	5.1×10^0	104	5.2×10^0	108			4.6×10^0	84
66	1.3×10^1	767	1.0×10^1	566			1.3×10^1	767
67	4.5×10^{-1}	71	3.5×10^0	118			3.2×10^0	100
68	2.7×10^0	69	3.1×10^0	94			3.1×10^0	94
69	3.8×10^0	81	4.0×10^0	90			5.3×10^0	152
76	7.1×10^0	20			7.0×10^0	19		
80	9.1×10^0	0			9.1×10^0	0		
81	1.3×10^1	0			1.3×10^1	0		
82	7.6×10^0	31			7.6×10^0	31		
83	8.4×10^0	18			9.2×10^0	29		
85	2.0×10^0	43	2.2×10^0	57			2.2×10^0	57
89	2.7×10^0	23	3.0×10^0	36			2.6×10^0	18
90	3.4×10^0	161	5.2×10^0	300			3.9×10^0	200
91	5.0×10^0	150	2.7×10^0	35			2.7×10^0	35
93	1.0×10^0	45	1.0×10^0	45			1.0×10^0	45

【0075】表16～表19には、多数の試料について、高温における熱劣化の比抵抗に対する効果が示されている。表16～表19の初期性能の欄には、表10～表15のデータを得る為に1℃/分の割合で外部加熱した後、20℃に冷却した試料の比抵抗(ρ_{20})および再び1℃/分で加熱した際のピーク比抵抗(ρ_p)が示してある。次いで、試料を室温まで冷却し、表16～表19に示す温度Tまで再加熱して測定した(同温度)Tにおける比抵抗が ρ_T の欄に示されている。試料をこの温度Tで

52または73時間保存し、2時間後、9時間後ならびに27時間後および73時間処理した試料では46時間後に試料を20℃まで冷却し、温度Tに再加熱する前に比抵抗を測定した。各時間劣化した後の20℃における試料の比抵抗を各時間欄に示す。同時に20℃における比抵抗の変化率、すなわち $(\rho - \rho_{20} / \rho) \times 100$ も同欄に示す。

【0076】

【表20】

実施例	0	5時間後		10時間後		20時間後		30時間後		50時間後	
	ρ	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)
16	1.97	2.22	12	2.51	27	3.51	78	5.30	169	11.9	504
40	1.41	4.40	212	1.99	1311	5.43	3751	217	15290		
54	2.63	3.15	20	3.16	20	3.35	27	4.05	54	5.67	116
56	3.07	3.39	10	3.43	12	3.61	18	4.03	31	5.17	68
63	2.86	3.84	34	7.67	168	30.2	756	69.8	2340	185	6368
65	1.82	2.46	35	2.47	36	2.59	42	3.12	71	3.60	98
85	1.24	2.97	139	8.53	587	19.6	1480	28.5	2198	98.9	7875
89	1.89	最初の電圧		上昇で	繰返						
91	0.82	2.91	209	9.26	1029	13.6	1559	45.7	5473	597	72705
93	0.59	0.96	63	1.34	127	2.25	281	7.05	1093	13.4	2171

【表21】

実施例	0	5 時間 後		10 時間 後		20 時間 後		30 時間 後		50 時間 後	
	ρ	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)
16	1.5	—	—	1.6	7	1.8	20	1.9	27	2.1	40
40	1.5	—	—	1.7	13	1.9	27	—	—	2.2	47
52	3.0	4.8	60	6.4	113	8.8	193	10.0	233	—	—
54	3.5	3.7	6	—	—	3.8	9	4.0	14	5.2	49
56	3.7	—	—	5.0	35	5.5	49	5.9	59	6.5	76

【0077】表20及び表21には、高温における電圧劣化の比抵抗に対する効果を示す。これらの試料は、示された実施例の切断混合物の一部を取り出し、温度180℃、圧力70Kg/cm²で5分間圧縮して0.2cm厚の平板に成形した後、平板から直径1.9cmの円盤を切り出し、各円盤表面に、ニッケルメッキ銅の展開金網を直径1.9cmの円形に切り出したものをモールドして電極を形成し、次いで、20Mradで照射した後、20AWGリード線を電極に取り付けて製造する。試料は、外部加熱して(T_M+30)℃で15分間保って熱処理した後、1℃/分の割合で室温まで冷却する。そして、20℃で試料の比抵抗を測定する。次に、装置のリード線を種々の電圧の交流電源に接続する。電源の電圧は、装置を電源に初めてまたは再び接続する時、最初の30秒間は30～35Vに保ち、次いで2分間にわたり120Vまで昇電圧する時以外は120Vに保たれる。試料はこの様な条件下に30または50時間劣化されるが5、10、20または30時間後には20℃に冷却され、電圧を再び加える前に比抵抗を測定する。これらの条件により示された時間劣化処理した後の20℃における試料の比抵抗を、比抵抗の変化率と共にρ欄に示す。

【0078】同様の電圧劣化試験を、実施例40、54、56、63、65、85、91および93の組成物について行ったところ、実施例54、56および65の組成物は、電圧劣化に対して安定であり、30時間劣化後の比抵抗増加が2倍以下であるが、一方、実施例40、63、85、91および93の組成物は、安定ではなく、30時間後の比抵抗増加も10倍以上になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 典型的なPTC素子の抵抗/温度の関係を示すグラフである。

【図2】 この発明の典型的な回路例を示す回路図である。

【図3】 この発明に係る典型的な回路保護器の電力/温度の関係を示すグラフである。

【図4】 この発明に係る典型的な回路保護器の電力/温度の関係を示すグラフである。

【図5】 この発明にかかる回路保護器の実施例を示す断面図である。

【図6】 この発明にかかる回路保護器の実施例を示す断面図である。

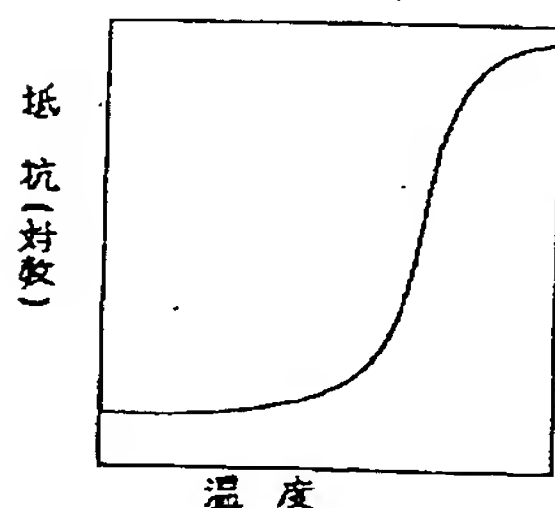
【図7】 図5の回路保護器を備えた水槽用ヒータを示す図である。

【図8】 図7の水槽用ヒータの電気回路図である。

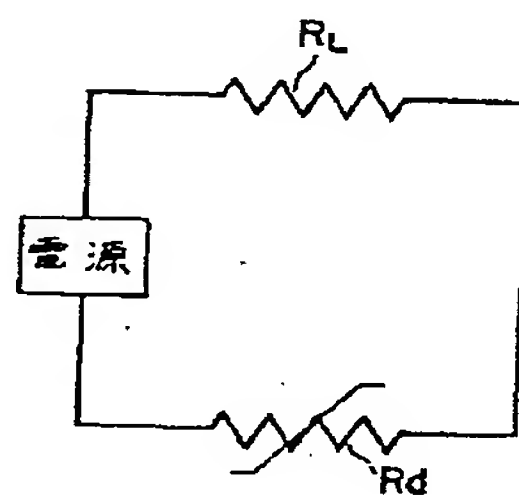
【符号の説明】

- | | |
|-------------|-------------|
| 1…PTC素子 | 2…電極 |
| 3…酸素遮蔽層 | 4…リード |
| 5…層 | 11…回路保護器 |
| 12…巻線ヒータ | 13…サーモスタット |
| 14…ガラス繊維 | 15…プラグ |
| 16…ランプ | 17…抵抗 |
| 18…ランプ | 19…抵抗 |
| 20…キャップ | 21…ガラス管ケース |
| 22…部材 | 23…リング |
| 121…ヒータ用抵抗線 | 122…セラミックコア |
| 131…ナールドノブ | 132…キャパシタ |
| 201…フレーム | |

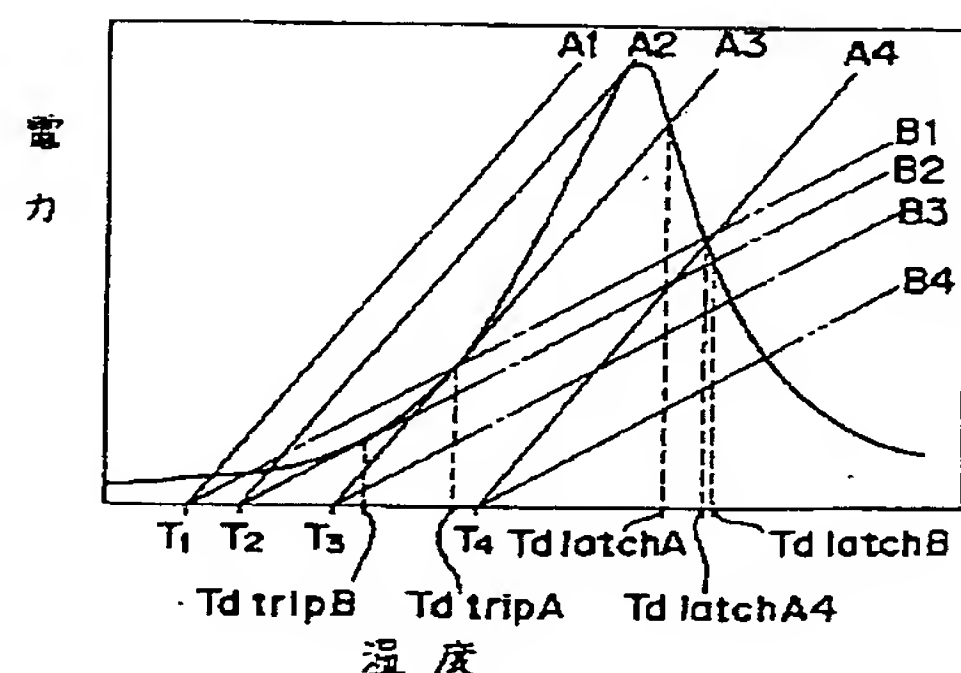
【図1】



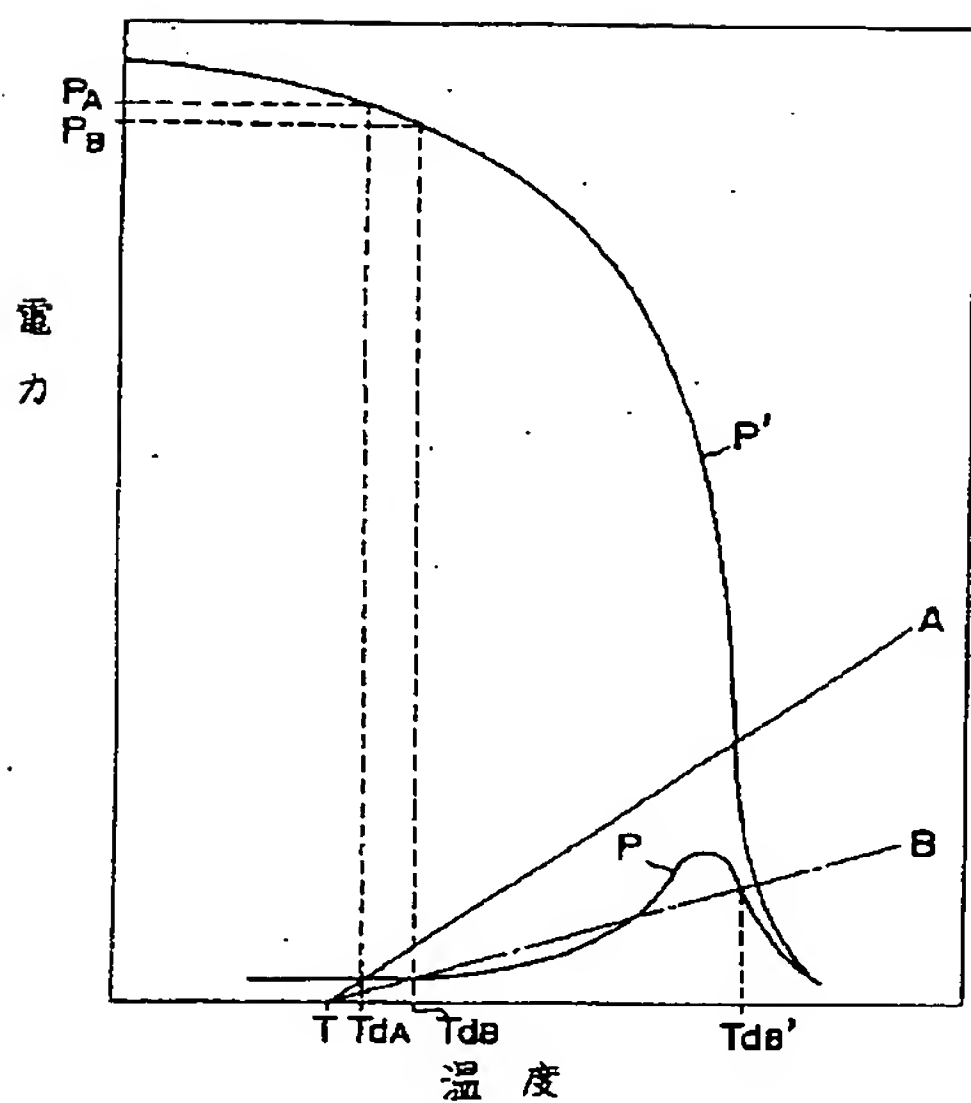
【図2】



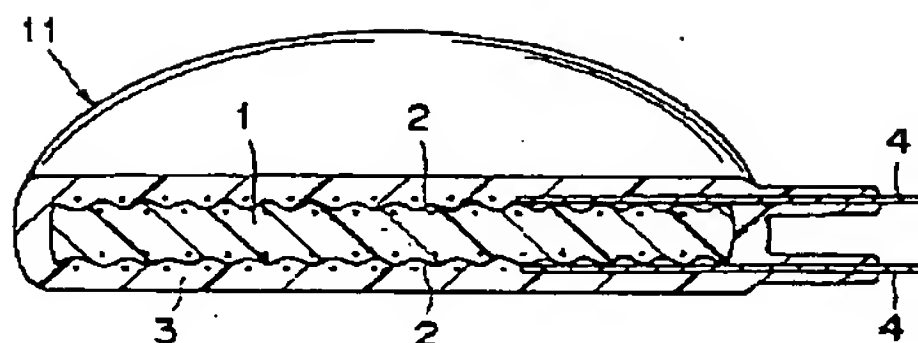
【図3】



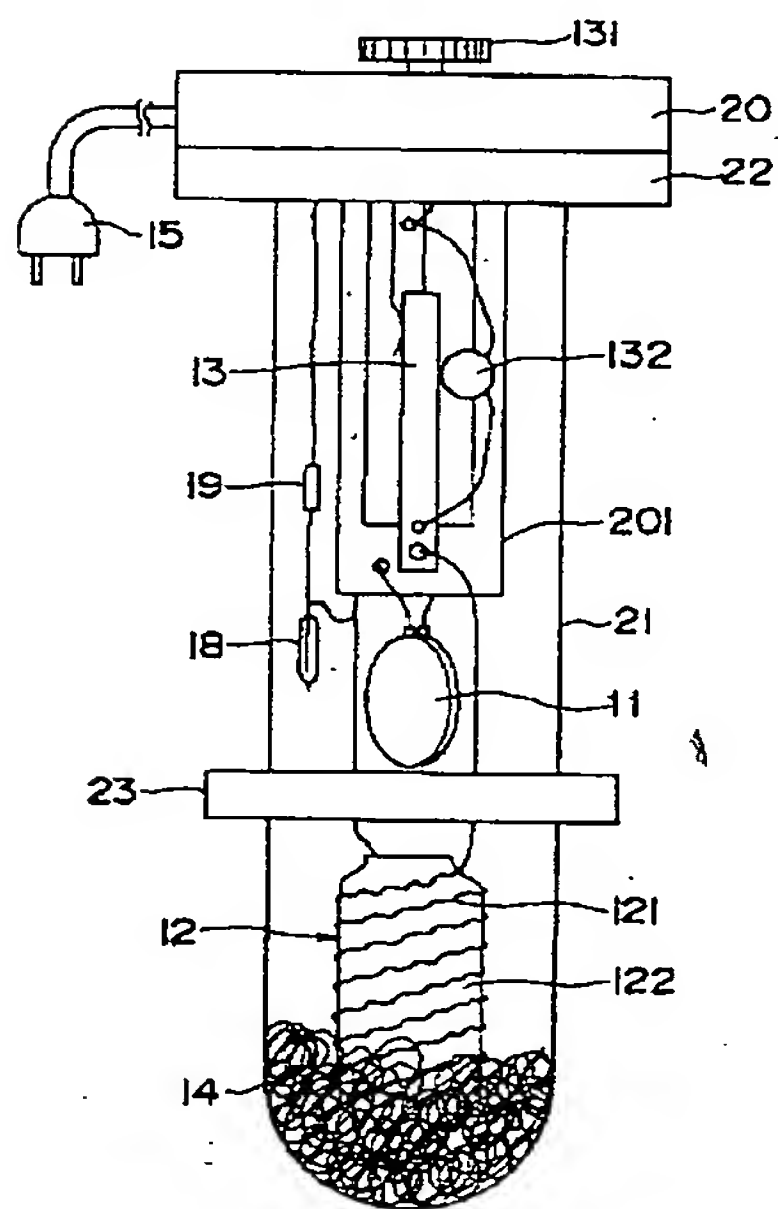
【☒ 4】



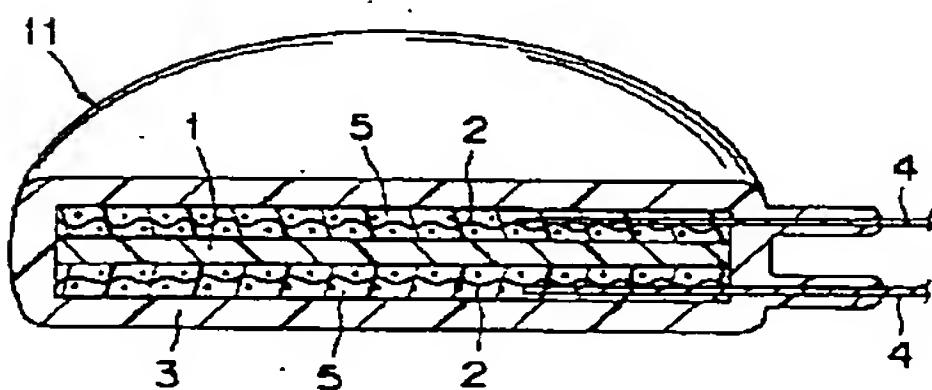
【图 5】



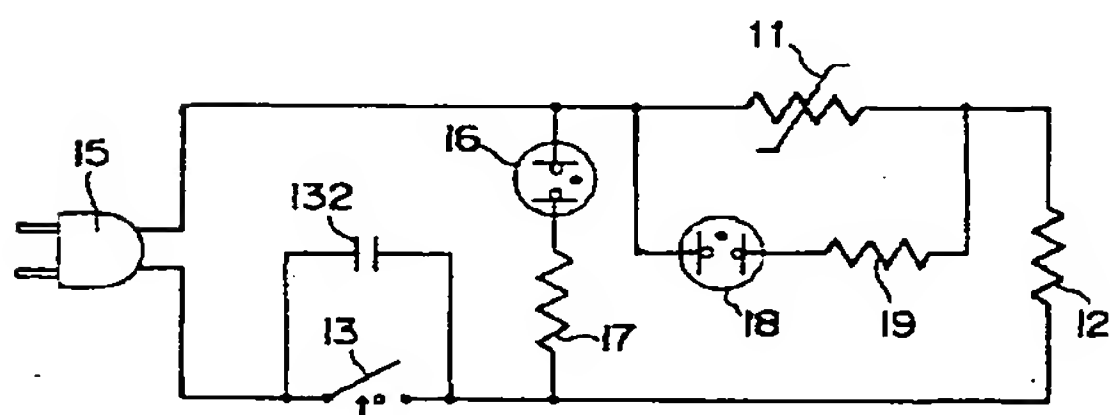
【図 7】



【図 6】



【图 8】



【手續補正書】

【提出日】平成7年7月6日

【手続補正1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 上記第2回路保護器がサーモスタットまたはバイメタルスイッチである請求項1記載の保護回路。

フロントページの続き

(72)発明者 ジョセフ・ヒル・エバンス
アメリカ合衆国94303カリフォルニア、パ
ロ・アルト、メトロサークル1096番

(72)発明者 ドナルド・フランク・ペテンジル
アメリカ合衆国94306カリフォルニア、パ
ロ・アルト、マルガリタ・アベニュー233
番

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-019174

(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.Cl.

H02H 9/02

H05B 3/00

(21)Application number : 07-139568

(71)Applicant : RAYCHEM CORP

(22)Date of filing : 06.06.1995

(72)Inventor : MIDDLEMAN LEE M
EVANS JOSEPH H
PETTENGILL DONALD F

(30)Priority

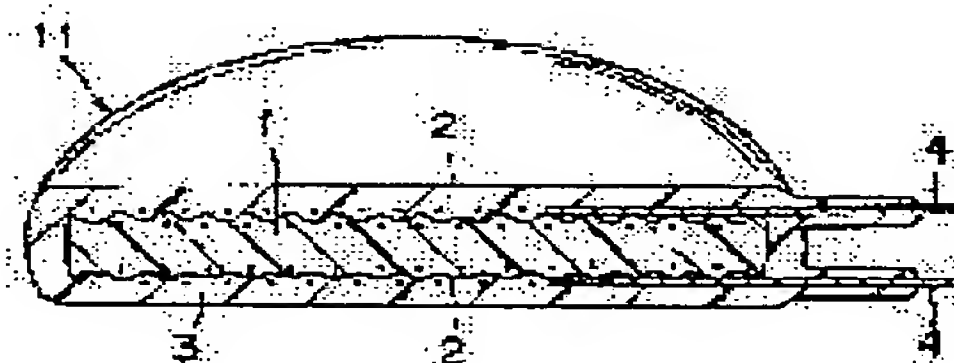
Priority number : 78 965344 Priority date : 01.12.1978 Priority country : US

(54) PROTECTION CIRCUIT COMPRISING PTC ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To handle a relatively high current by cutting off a specific PTC element, when a current flowing to the specific PTC element increases and the temperature of the PTC element rises, and suppressing the flowing current and protecting a circuit.

CONSTITUTION: A PTC(positive temperature coefficient) element 1 is formed of a PTC conductive polymer. The PTC conductive polymer has a resistance value of $\leq 5 \Omega \cdot \text{cm}$ at 25°C , and the crystal fusion point of the polymer is at least 180°C . A protecting circuit 11 (resistance value $< 1 \Omega$ and $< 0.5 \text{ RL}\Omega$) has metal flat plate electrodes 2 which are arranged on both sides of a constant thickness (t) and is brought into direct contact with the PTC element 1, and a current flows within a range of $d/t \geq 10$, where (d) is an equivalent diameter within a range of the current flowing to the PTC element 1. When a current flows from a power source to a circuit element through a circuit protector 11, the PTC element 1 is heated with the circuit current. Thus when the temperature of the PTC element 1 rises, the PTC element 1 is cut off to suppress the current circuit, thus protecting the circuit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.07.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration].

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	2831594
[Date of registration]	25.09.1998
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	01.12.1999

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the protection network equipped with other circuit elements which are connected to a power source, the 1st circuit protector containing a PTC component, and the above-mentioned PTC component at a serial, and have an impedance RL ohm. Have a normal operating state and the perimeter of the 1st circuit protector of the above serves as superfluous temperature, or this protection network is changed into an elevated-temperature operational stability condition when the failure a superfluous current flows [failure] to this protection network takes place. (1) The above-mentioned PTC component is prepared by the approach of making a polymer distributing (a) conductivity filler. And it consists of a PTC conductive polymer which has the resistivity below 10 ohm and cm at (b) 25 degree C. (2) The 1st circuit protector of the above consists of a plate PTC component of two metal plate electrodes and fixed thickness t. When it comes to allot a metal plate electrode to the both sides of this PTC component and (3) electrodes are connected to a power supply source When it is the equivalent diameter d which has die-length t, a current flows through the above-mentioned PTC component in the range [as / whose d/t is at least 10], and the resistance of the 1st circuit protector of (4) above is 1 ohm or less at 25 degrees C. a course -- (5) -- the above-mentioned circuit -- the 2nd circuit protector -- allotting -- (6), when the above-mentioned protection network is changed into an elevated-temperature operational stability condition with the superfluous temperature around the 1st circuit protector of the above at least The protection network characterized by being at least 8, the power ratio, i.e., the switch ratio, of a protection network under the normal operation condition over the power of the protection network under an elevated-temperature operational stability condition.

[Claim 2] The protection network according to claim 1 whose 1st circuit protector of the above is a thermostat or a bimetal switch.

[Claim 3] The protection network according to claim 1 or 2 where the 1st circuit protector of the above and the 2nd circuit protector tend to protect a circuit to the same failure.

[Claim 4] The protection network according to claim 3 where a switch changes and the 1st circuit protector operates when the 2nd circuit protector of the above breaks down.

[Claim 5] The protection network according to claim 1 or 2 which is going to protect a circuit to the failure from which the 1st circuit protector of the above and the 2nd circuit protector differed.

[Claim 6] The protection network according to claim 1 to 5 whose switch ratio is at least 40.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electrical circuit equipped with the circuit protector which consists of a component constituted from PTC conductive polymer matter.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is known well that the specific resistance of many conductive matter will change according to temperature, and conductive material, such as this to which specific resistance increases rapidly more than a specific temperature requirement, is usually called as temperature coefficient (PTC is called henceforth) matter of right nature.

[0003] There is it, ceramic material doped like barium titanate as an example of the PTC matter, conductive polymer material, for example, the polymer material which the fillers which have special conductivity are made scattered and changes, etc. The PTC ceramic material used these days has the electrical characteristics stabilized dramatically. On the other hand, comparatively high electric field, for example, 2 volt (V) / mil, It sets, and the specific resistance of PTC ceramic material, such as this, has the inclination to fall rapidly, after also reaching inconvenience at a peak price. Here, a still more important thing is comparatively large, and generally has more than 40-ohm cm, and, for this reason, the rate of the minimum specific resistance in 25 degrees C cannot be used for it as a small resistor of low resistance value. Furthermore, it is hard to fabricate PTC ceramic material, such as this, easily. conductive PTC polymer material — general — comparatively — alike — flexibility — having — and shaping, although it is easy and the usefulness in the field of physics and the electrical and electric equipment was just limited till recently The latest research indicated how the conductive polymer (what was combined as especially a low temperature range showed low specific resistance and a pyrosphere showed high specific resistance) which has a broadband property more is offered, or how the improved equipment containing a conductive polymer would be manufactured.

[0004] As an example of reference of this kind of equipment, JP,64-3322,B, JP,1-51041,B, etc. corresponding to this application United States patent application and the U.S. application of simultaneous presentation are in an United States patent, No.3, 858 and 144, Germany patent disclosure official report No.P2,543,314.1, P2,755,077.2, P2,755,076.1, P2,821,799.4 and P2,903,422.2, and a list, for example. The PTC ceramic ingredient is already used for the heater, the circuit protector {for example, "PTC resistor (it is the reference of the heading of "The PTC Resistor" and see the thesis by R.F.Blaha in an electronic-parts board in A.D. 1971)}, etc. However, for example, in the circuit treating the current of the comparatively high stability beyond 1/2A or it, the circuit protector on the basis of PTC ceramic material will become unnecessarily large-sized (since this PTC ceramic material has high specific resistance). Conductive PTC polymer material is widely used as a heater. Furthermore, the above-mentioned PTC conductive polymer material is used for the circuit protector as proposed by reference (Burnet ETO Al Vernet et al), United States patent;No.2,978,665 [for example,], and No.3,243,753 (cola, Kohler). However, generally the characteristic circuit-protection equipment containing the PTC conductive polymer considered that a satisfying result is obtained is not

indicated by the above-mentioned reference, either. On the other hand, even if the above-mentioned reference had suggested that this kind of specific circuit protector could be made actually even if, it mistakes and it came to be proved by our research that these suggestions are insufficient and that it is that for which the following PTC conductive polymers are suitable.

[0005] Namely, a PTC component consists of a PTC conductive polymer which made the organic polymer ingredient distribute conductive carbon black. (a) It has thing resistivity smaller than 5 ohm and cm at 25 degrees C, and the crystalline melting point of (b) (i) polymer component is at least 118 degrees C. The amount of (ii) carbon black It is the amount from which the volume ratio to the polymer component of carbon black is set to at least 0.25. (c) The polymer component fused, and when prepared by giving the mixture of a solid-state polymer component and carbon black to the mechanical shearing process which amounts to at least 180 degrees C, it found out excelling in repeatability.

[0006] It is in offering the object of this invention with the electrical circuit equipped with the circuit protector which was structurally [small] strong using the new PTC polymer ingredient, and was excellent also in the operating characteristic of a current except for the fault in the equipment using the conventional ceramic PTC ingredient.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is equipped with a PTC component (that is, it is the component constituted using the PTC polymer constituent), and though it is the thing of a dimension small [even if], it offers the improved electrical circuit which can deal with a high current comparatively.

[0008]

[Means for Solving the Problem] It is what this invention sets like 1 voice and offers the following electrical circuits. Namely, a power source, It is the electrical circuit equipped with other circuit elements which are connected to the circuit protector containing a PTC component, and the above-mentioned PTC component at a serial, and have an impedance RL ohm. This electrical circuit is changed into an elevated-temperature operational stability condition, when it has a normal operating state, and the perimeter of the above-mentioned circuit protector serves as superfluous temperature or a superfluous current flows to this electrical circuit. The above-mentioned PTC component consists of a PTC conductive polymer which made the organic polymer ingredient distribute conductive carbon black. (a) It has the resistivity below 5 ohm and cm at 25 degrees C. The crystalline melting point of (b) (i) polymer component is at least 118 degrees C. The amount of (ii) carbon black It is the amount from which the volume ratio to the polymer component of carbon black is set to at least 0.25. (c) A polymer component fuses and it is prepared by giving the mixture of a solid-state polymer component and carbon black to the mechanical shearing process which amounts to at least 180 degrees C. (2) When setting to d the equivalent diameter of the range of the current which the above-mentioned circuit protector arranges a metal plate electrode on the both sides of the PTC component of fixed thickness t, is made to come to contact a direct PTC component, and flows a PTC component, A current flows by within the limits whose d/t is at least 10, and the resistance of (3) circuit protectors is 1 ohm or less at 25 degrees C. and below a 0.5RL ohm — it is — (4), when the above-mentioned protection network is changed into an elevated-temperature operational stability condition with the superfluous temperature around the above-mentioned circuit protector at least It is in the electrical circuit characterized by being at least 8, the power ratio, i.e., the switching ratio, of an electrical circuit under the normal operation condition over the power of the electrical circuit under an elevated-temperature operational stability condition.

[0009] In the electrical circuit which has the above-mentioned configuration, if a current flows from a power source to a circuit element through a circuit protector, a PTC component will be heated according to a circuit current. And if ambient temperature becomes higher than predetermined temperature, or the current on which a circuit current goes up unusually and flows a PTC component increases and the temperature of a PTC component rises, a PTC component will be in a cut off state, and will control a circuit current. A circuit is protected by this.

[0010] When determining the circuit of this invention, criteria are established so that increment with the slow temperature of the medium which the above-mentioned circuit answers the slow increment of the current which leads a circuit-protection component, or encloses this circuit may be answered. However, the circuit of this invention will be changed into a criticality—soon operating state, and being simultaneously changed into the operating state in high temperature by the increment in both a current and temperature from this time can understand it clearly. Moreover, what (probably, the increment in a current will not be slow when the failed state which surely is generally expected, for example, a short circuit and abnormal voltage, occurs) it does not necessarily need to be [a thing] slow can understand the increment in temperature and/or a current clearly.

[0011] In the various circuits defined, heat must care about being determined according to the rate which can be diffused from a circuit protector to the above-mentioned medium in the medium by which a circuit protector encloses other circuit elements and the circuit concerned, and the circuit concerned like ****. in addition, the inside of the circuit where a circuit protector useful for many the object is standard — and it can determine by referring to the function served when placed into a standard thermal environment.

[0012] Although this invention is described as a circuit equipped with one PTC circuit-protection component Also including the circuit equipped with two pieces or the circuit protector beyond it which can carry out a switching action by mutually different fault conditions can understand, and vocabulary called this circuit protector It can also be understood that it is what is used also when two pieces or many circuitry components beyond it which were connected to a serial and/or juxtaposition are included, respectively so that a desired protective effect may be demonstrated.

[0013] Moreover, this invention is a thing containing the electrical circuit and circuitry components which were defined like ****. It is not that to which each electrical circuit or each circuitry component itself must be [even if] satisfied with a simultaneous target of all meant demands, either. For example Even if it cannot be satisfied with the first stage when the electrical characteristics of circuitry components were manufactured, by aging processing after a fabrication, these circuitry components should just come to correspond to what was defined like ****.

[0014] this new circuit protector — setting — two or more electrodes and PTC components — the average stroke die length of this component — the t equivalent diameter d — carrying out — a ratio — d/t It is adjusted so that a current may lead to the field of at least 10 and this component set to 20 still more preferably preferably. ; which is what says the diameter of the circular area in which the vocabulary this "equivalent diameter" is equivalent to the field through which the current of the above-mentioned component passes — although the field here serves as circular or a rectangle from the standpoint that it can generally manufacture easily, the configuration of the above-mentioned component may be what kind of thing. Generally, the tabular electrode of equivalent area is arranged by each of two sheets so that the both sides of a flatness-like PTC component plate may be mutually countered by fixed thickness, respectively.

[0015] Generally, although a PTC component is a homogeneity constituent object, it may have two or more layers which have different specific resistance and/or various switching temperature, for example. Two or more electrodes may be made to be connected electrically through the layer from which it is directly attached in a PTC component, or one or the thing beyond it serves as a PTC component among electrodes, such as it, by other electric conduction material, for example, the conductive polymer constituent of respectively fixed power capacity. In a fabrication of the above-mentioned circuit protector, it is necessary to take care that there is no excessive contact resistance.

[0016] Generally, two or more electrodes are the low rates of specific resistance, for example, specific resistance smaller than 1×10^{-4} ohm and, and cm, and have thickness which a remarkable heating value does not generate working [the component concerned]. Typically, electrodes, such as this, are a metal, a desirable thing made from nickel, and a tabular thing made from nickel. It is desirable to prepare two or more openings in each electrode for the

adhesive improvement in electrodes, such as this, and reduction-izing of contact resistance, and let each opening be a thing small enough so that all the front faces of an electrode including an opening setting-out field may be covered and it may become equal potential substantially. It is desirable to use extended mesh-like the metal or the welded linear network electrode. The opening field of this mesh section each opening is smaller than 2 0.13cm -- preferably If a pulse duty factor considers as 50 to about 80% of thing and does in this way as 0.06-0.013cm about two thing, it is considered that the area of the whole electrode is the inflow field of the current to the inside of a PTC component, and existence of the above-mentioned opening group can be disregarded.

[0017] Preferably, at the time of actuation of the circuit concerned in the usual conditions, it is small still more desirable than 5 ohm and cm, and the rate of specific resistance of a class product is smaller than 1 ohm and cm, and constitutes the above-mentioned PTC component at it. At the usual actuation conditions in this kind of almost all circuits, it is the temperature T_{dn} of the component concerned. It is about 25 degrees C or more, and what has it is used. [the rate of specific resistance of this PTC component in 25 degrees C is desirable, small still more desirable / than 3 ohm and cm / a rate and smaller than 1 ohm and cm] The conductive filler which is polymer material which has conductivity as a constituent of a PTC component preferably, and contains desirable conductive carbon black shall be contained. What [especially] is useful as a PTC constituent is indicated by the U.S. patent application No.965,343 No. (JP,64-3322,B) above-mentioned description. The outline of the PTC constituent It consists of a PTC conductive polymer which made the organic polymer ingredient distribute conductive carbon black. (a) It has the resistivity below 5 ohm and cm at 25 degrees C. The crystalline melting point of (b) (i) polymer component is at least 118 degrees C. The amount of (ii) carbon black It is the amount from which the volume ratio to the polymer component of carbon black is set to at least 0 and 25. (c) A polymer component fuses and it is characterized by being prepared by giving the mixture of a solid-state polymer component and carbon black to the mechanical shearing process which amounts to at least 180 degrees C. About this example, it illustrates concretely after an example below.

[0018] The more the thickness of this kind of PTC component will become thin, the more the electrical-potential-difference stress which a component must bear so much will become large. So, if the above-mentioned PTC component material is one of the electrical-potential-difference stress of 50 volts/millimeter of electric fields, and the things used as the thermal equilibrium state stabilized at especially high temperature at least, the electrical-potential-difference stress of at least 200 volts/millimeter shall be borne, and the thickness of at least 0.05cm is required for a PTC component.

[0019] If it obtains, it will be [the resistance in the usual circuit actuation conditions of the above-mentioned circuit protector, and / whether it is good and] a value R_{dn} . If it is in the thing of a simple configuration as two metal electrodes are contacted for the PTC component concerned and constituted, it is determined mainly with the resistivity of the PTC component concerned, and it is the above-mentioned value R_{dn} . A desirable thing [smaller than 1 ohm / smaller than 0.2 ohms] smaller than 0.1 more ohms is desirable.

[0020] When the electrical potential difference from the power unit in the circuit for protection is [that it is less than / 12 volts or it] still lower 30 volts or less than [it] especially 50 volts or less than [it], as for the resistance of a circuit protector, considering as a small thing is so desirable. an above-mentioned thing -- taking an example -- a PTC component -- general -- thickness 0.05 thru/or 1cm -- desirable -- 0.1 thru/or 0.5cm -- it is -- moreover, an equivalent-diameter dimension -- 0.6 -- or 5cm, it is preferably referred to as 1.5 thru/or 3.3cm, and, substantially, the thickness and/or the equivalent diameter of this component can use a larger component. moreover, the circuit where the above-mentioned circuit protector is used -- setting -- Above $R_{dn} 0.5 \times R_L$; which needs to be made smaller than an ohm -- here -- it is -- R_L ; value R_{dn} which is the impedance of the remainder by which the series connection is carried out to the circuit protector concerned desirable -- $0.1 \times R_L$ smaller than an ohm -- especially -- $0.04 \times R_L$ smaller than an ohm -- further -- $0.001 \times R_L$ It is made a thing smaller than an ohm. This R_L A fixed thing, i.e., the thing which is not exceeded in the temperature

requirement where the circuit concerned operates more than **25% of range, is used substantially preferably. RL Although it is generally the load of resistance, the whole load or a part may be a capacitive or inductive thing. However, load RL A circuit protector is Resistance RL when it is what operates exceeding operating temperature within the limits substantially. The protective action to the excess current by decreasing, and/or resistance RL By the protective action to the superfluous heat release by increasing, it is Resistance RL. A circuit is protected to a superfluous change.

[0021] The power capacity in the usual actuation conditions of the above-mentioned circuit is very small, and, therefore, will disappear around immediately so that an above-mentioned thing may show. When accident occurs in a circuit, on the other hand, the power capacity of the circuit protector concerned While it increases rapidly at first and the disappearance to the perimeter of this power cannot be accomplished, it decreases until it reaches the operating state of the stable thermal equilibrium in high temperature after that, and the power capacity concerned can disappear in this high temperature a circuit "closes" the resistance of a circuit protector certainly — it becomes a big value like, namely, the current in a circuit is reduced by the proper low. Since it depends for the power capacity of this circuit protector on the resistance (it depends for this resistance on the temperature of the circuit-protection component itself) of itself, and the current which passes itself, this circuit protector answers the superfluous temperature around itself, or the excess current in a circuit (or, of course, both need to put together), and intercepts a circuit. In order for us to decrease a current to the level demanded when applying actually The switching ratio mentioned above, i.e., the ratio of the power capacity in the circuit in the usual actuation conditions over the power capacity in the stable actuation conditions in high temperature, must set to at least 8. Generally it was referred to as at least 10, and was substantial more high preferably, for example, at least 40 and being further referred to as at least 100 found out at least 20 and a desirable thing preferably.

[0022] In order to protect a circuit to both superfluous ambient temperature and excess current, many equipments concerning this invention can be used. On the other hand, in order to carry out optimal actuation, the detailed requirements for the above-mentioned equipment and the thermal environmental requirements for the equipment concerned should be chosen according to the accident condition expected. While the given equipment concerned functions according to this invention according to the increment in a current, some the circuitry and the environments where *** which does not function if it responds to the unnecessary increment in ambient temperature considers actuation of reverse as this exist. In the usual actuation conditions, 0.5–4A, in a circuit which is 0.5–2.5A preferably, a current is larger than 0.5A, for example, the above-mentioned equipment is useful, and especially, it can be designed so that the larger stationary current than 15A or it may be passed.

[0023]

[Function] Below, an operation of the above-mentioned equipment is explained according to attached drawing 1 thru/or attached drawing 4. Drawing 1 shows the relation of the resistance and temperature of typical equipment. Drawing 2 is a power source, a resistance load RL, and one PTC circuit-protection component Rd. The typical example of a circuit concerning this invention that it had is shown. Drawing 3 shows the relation of the power and temperature of the equipment concerned in case an electrical circuit does not change, except that resistance of a circuit protector changes according to the change result of the change in ambient temperature, and resistance exoergic I^2R . Moreover, the typical load track group which expresses the power which the above-mentioned equipment may dissipate by the heat leakage in conditions different, respectively to this drawing 3, A1 and A2, A3, A4, B1, B-2, B3, and B4 are shown. Frequency of each load line, such as this, (when the difference between the temperature of the above-mentioned equipment and the temperature of the medium which encloses this equipment is smaller than 100 degrees C, so that it may generally happen) mostly, it becomes a straight line — — *** — it is subordinate to fluctuation of the front face of the thermal conductivity of the medium which encloses the equipment concerned, a medium, and a circuit protector (if it is also some), and the location of each load line has become a thing subordinate to the temperature of the medium which encloses the circuit protector concerned. The load lines A1 and A2, such as

this, A3, and A4 are shown in the thing of the 1st circuit protector in the 1st medium in order of the increment in the temperature T1 and T2 of this medium, T3, and T four. On the other hand, each load line B1, B-2, B3, and B4 have the same power and temperature curve as the same circuit protector in the 2nd medium which has thermal conductivity lower than for example, the (a) 1st medium or (b), and the 1st circuit protector, however have a surface field smaller than the 1st circuit protector, and show the thing of the 2nd circuit protector in the 1st medium.

[0024] As far as the above-mentioned circuit protector has load lines A1 and A2, A3, and A4 and the temperature of a medium is concerned, as long as it is below in temperature T3, the circuit protector concerned will be in the stable equilibrium.

[0025] However, when the temperature of a medium reaches critical temperature T3 (what is shown as temperature T crit), a circuit protector is temperature Td tripA at the point of this temperature T3. It has become, Equilibrium will become unstable, and the top-most vertices of the curve of power-capacity pair temperature P/T are made to be further, crossed, if the temperature of a medium rises partly further until it reaches the power capacity of this circuit protector at the stable equilibrium point in high temperature.

[0026] The equilibrium by which the temperature of a medium rose very slowly and was therefore stabilized reaches in that load line A3 crosses a power-capacity-temperature curve across the top-most vertices of a power-capacity curve. That is, a circuit protector is temperature Td latch. It is a time of reaching. If the temperature of a medium rises to temperature T four, for equilibrium, a circuit protector is high temperature Td latch at this time. It is attained when becoming. Once the above-mentioned circuit protector is forced so that it may be in high resistance, high temperature, and the stable equilibrium The temperature of a medium falls to less than [temperature T2] at this time. Substantially Temperature T crit of the medium which makes a circuit protector shift to the 1st location Unless it becomes the following, it will be clear that it becomes impossible to return to a low resistance condition (for it to become impossible that is, to continue prevention of the flow of a current on the real target in the inside of a circuit). Henceforth, it calls being in the condition the circuit protector "was restrained" (latched). The above-mentioned circuit protector can make it return to a low resistance condition again, when reset, i.e., this circuit protector, raises the rate of the thermosteresis to the perimeter sharply. However, generally, if latching of a circuit protector occurs, the circuit protector of this invention will be reset by cooling a circuit protector while intercepting a current.

[0027] Actuation of the circuit protector which has a load line B1, B-2, B3, and B4 is explained similarly. When the temperature of the medium which surrounds a circuit protector turns into temperature T2 (it is below T3 substantially) to load lines, such as this, this circuit protector operates and the temperature of this circuit protector in this condition serves as Td tripB (it is temperature T tripA substantially it is the following).

[0028] Drawing 4 shows the load lines A and B of a typical power pair temperature curve, P and P1, and the typical circuit-protection equipment of this invention.

[0029] P is the power/temperature curve of this circuit protector when not changing, except that change of ambient temperature and/or resistance of the circuit protector according [an electrical circuit] to resistance exoergic I²R change. At ambient temperature T, in the thing of the operating state of a stationary, the temperature of a circuit protector is T dA, if a circuit protector shall have a load line A. It is T dB, if it shall become and shall have a load line B. It becomes. P1 is the curve of the power/temperature of a circuit protector when a larger current than the current at the time of the operating state of a stationary flows in a circuit. It is the electric accident RL, for example, resistance. If the current which a short circuit, an electrical-potential-difference surge, etc. occur, and flows a circuit protector increases rapidly, the power of this circuit protector is PA almost momentarily, when this guard chamber has a load line A. It is PB, when it becomes and has a load line B. It becomes. Thus, while the power of a circuit protector increases on very high level, according to the temperature (therefore, that resistance) of this circuit protector, an inclination becomes large, and when this load line crosses power/temperature curve, it will be in equilibrium. If this circuit protector has a load line A, this circuit protector will be temperature T dA. It becomes. If short circuit accident is made to cancel

from the circuit concerned, it returns to a former stationary operating state and this circuit protector has a load line B, on the other hand, this circuit protector It is latched, namely, is temperature T dB. It must care about that fall slightly, therefore the power of this circuit protector declines slightly, and the temperature of this circuit protector stops returning to the operating state of a former stationary even if it is carried out and cancels short circuit accident from the circuit concerned.

[0030] In many applications of the circuit protector concerning this invention, even when aging occurs under high resistance and a high temperature condition even if, it is important for this circuit protector to continue at some long periods and to make it continue operating in the same condition substantially. In the desirable circuit of this invention, a guard chamber operates in a high temperature equilibrium point as stated above for 10 hours, and intercepts a current, and it is T dn substantially about a guard chamber. It cools below and is Tn substantially about medium temperature. You make it fall to below. After carrying out aging processing to say, this circuit will be in a normal operating state as stated above. a medium -- temperature Tn from -- when heated slowly, a circuit between **s (T crit-20) (Tcrit+10) When the unstable equilibrium point which is between **s (T crit-5) (T crit+5) preferably is reached and a medium is further heated by or more T crit/10, a circuit protector has the relation (power/temperature) which reaches the point stabilized [high temperature]. moreover, the normal operating state of the circuit where the circuit protector was aged after the above-mentioned aging processing -- setting -- 0.5xR dn 3xR dn -- desirable -- 0.7xR dn 1.5xR dn It has resistance R dn / 10 which are in between. Also after performing aging specified as mentioned above for 100 hours, the guard chamber should enable it to maintain status idem, when a circuit protector is made into a trip condition for a long period of time.

[0031] A circuit protector is preferably set as a high temperature equilibrium point for 100 hours for 10 hours, a current is broken, and it is T dn substantially. Temperature is Tn, if resistance of the guard chamber which expressed R with an ohm, and T are made into the temperature of a guard chamber when aging processing which cools a circuit protector is performed to below. Td trip When it is in between, it is an amount [several 1].

$$\frac{1}{R} \times \frac{dR}{dT}$$

We found out that the homogeneity of actuation of a circuit protector was improved **50% or more of ** by making it not change to **25% or more preferably.

[0032] The mode in which a circuit protector operates depends for heat on the rate vanished from the circuit protector concerned selectively. When it depended for this rate on the heat transfer coefficient of a circuit protector and measured about all the average front faces of the circuit protector of a under [a still air], as for us, the heat transfer coefficient found out 2.5 thru/or 6mW/degree C and cm2, and that it should be between 2.5 thru/or 5 mW/degree-C/cm2 preferably. It depends for the optimal thermal design of a circuit protector on the fault conditions for protection. When the most, a guard chamber needs to answer to failure as early as possible. Therefore, when the medium and circuit protector which surround a circuit protector in protecting a circuit from a thermal overload should contact as good as possible and protect a circuit from an excess current on the other hand, the circuit protector should be insulated thermally. When protecting to a thermal overload, the location and guard chamber which heat with a superfluous circuit protector generates should be connected thermally.

[0033] The circuit-protection equipment concerning this invention was usually equipped with the jacket for electric insulation which surrounds a PTC component and two or more electrodes, and, as for this jacket, even the electrode has inserted in lead wire. This jacket affects the heat characteristic of this circuit-protection equipment again, and the thickness of this jacket is selected suitably. As for this circuit-protection equipment, it is desirable to prepare an oxygen shielding layer preferably.

[0034] The circuit of this invention is equipped with another circuit-protection device, for example, the thermostat of a simple form, or a bimetal switch, and this circuit-protection device

is for protecting a circuit to the same accident like the thing of a PTC circuit protector or others. The circuit-protection device and PTC circuit protector of a simple form operate, only when a protective action is carried out to the same accident and the device or guard chamber of others [circuit protector / PTC] usually breaks down. A power unit outputs the dc-battery of one piece which is for a direct current, for example, outputs 12V, or some, 110V for an alternating current, and 220V.

[0035] The sectional view of the equipment concerning this invention is shown in drawing 5 and drawing 6. The circuit protector shown in drawing 5 has the disc-like PTC component 1, in the; lead 4 with which the round mesh electrode 2 is attached in the both-sides side where this PTC component 1 counters; oxygen shielding layer 3 connected with the electrode 2 has wrapped in the PTC component 1 and the electrode 2, and the lead 4 has penetrated this shielding layer 3. The interface of the oxygen shielding layer 3 and the PTC component 1 has big space substantially. The circuit protector of drawing 6 is the circuit protector of drawing 5 with the same thing except for each electrode being embedded in the layer 5 made from the conductive polymer presentation material which has a power allowed value suitably.

[0036] The circuit diagram of the cistern heater which constitutes the circuit-protection equipment concerning this invention, and this cistern heater is shown in drawing 7 and drawing 8, respectively. The circuit protector 11 shown in drawing 5 is connected with the coil heater 12 at the serial, and this coil heater 12 winds the resistance wire 121 for heaters around the hollow-like ceramic core 122, and is constituted. When the temperature of the air around it crosses the range from 25 degrees C to 45 degrees C, NARUDONOBU 131 opens the thermostat 13 of bimetal. The capacitor 132 is connected to a thermostat 13 and juxtaposition. A plug 15 connects a heater 12 with the AC-power-supply equipment (not shown) of 120V that it should operate. It connects with the heater 12 and the circuit protector 11 at juxtaposition, and alternating current power is supplied through a plug 15, and a lamp 16 and resistance 17 (not shown all over drawing 7) turn on a lamp 16. A lamp 18 and resistance 19 are turned on when a cistern heater is in a stationary operating state, while the light is switched on, when it connects with a circuit protector 11 and juxtaposition and this circuit protector 11 is in the equilibrium in high temperature.

[0037] Above-mentioned various component parts are fixed to the fabricated cap 20 made from plastics which has the frame member 201 which extends caudad, and component parts, such as this, are inserted in the glass tube case 21. The fabricated plastics member 22 is attached at the head of this glass tube case 21, and this plastics member 22 combines with cap 20, and the close glass fiber 14 is in the pars basilaris ossis occipitalis of this glass tube case 21. Moreover, this glass tube case 21 is reinforced with the fabricated plastics ring 23. The cistern heater shown in drawing 7 and drawing 8 is the same as that of a well-known thing except for the circuit protector 11 attached, a lamp 18, and resistance 19. If the pars basilaris ossis occipitalis of the above-mentioned cistern heater is dipped underwater, at this time, it connects with the AC-power-supply equipment of 120V, and stripping of the heat generated by the heater 12 is carried out to water, consequently according to the temperature of the air around it, a thermostat 13 opens, or is closed, and the circuit protector 11 is in the low resistance condition. If the above-mentioned cistern heater is picked out from water, the air in a glasscase is heated quickly and a thermostat 13 operates correctly. If this thermostat 13 opens, a current cannot flow the inside of a circuit any longer, but a circuit protector 11 will serve as as [a low resistance condition]. However, since the thermostat of bimetal is completely lacking in dependability, this thermostat also carries out failure and a thermostat often closes. If a thermostat breaks down without the above-mentioned cistern heater having two incomes with a circuit protector 11, a glasscase will be overheated, consequently if this cistern heater is again dipped in water, the glasscase of this cistern heater will ignite depending on a crack and the case, so that this may show. However, in drawing 7 and the cistern heater of drawing 8, even if the thermostat of bimetal breaks down, at this time, the temperature rise of the air within a case will be carried out until a circuit protector 11 operates, therefore, a circuit current will be reduced to very low level, and a heater 12 will not generate a lot of heat on such level.

[0038]

[Example] This invention is explained according to the following examples.

The circuit protector shown in example 1 drawing 5 is manufactured by the approach indicated for the example of JP,1-51041,B mentioned above. it has the PTC component which a circuit protector is (diameter d) 1.91cm, and was formed in the disk of a thickness the inch of 2.03mm, and the electrode which has a copper mesh is embedded by both sides of this PTC component to the nickel plate, respectively, and two-electrodes spacing is suitably formed in about about 1.52mm (namely, a ratio d/t is about 12). The above-mentioned PTC component makes the mixture of the polyethylene of high density, and an ethylene / acrylic-acid copolymer distribute carbon black, and is constituted. The resistance of this circuit protector is about about 0.1 ohms at 25 degrees C, and the maximum passage current value (I_{max}) of this circuit protector is about 2.5A (it is a value in the inside of the 25-degree C quiescence gas of this circuit protector).

[0039] this equipment is shown in drawing 7 — as — fish breeding — service water — it was used for the tub, was installed underwater and connected with 120-volt AC power supply. The resistance of a wirewound resistor form heater was 144 ohms. In the basis of the pars basilaris ossis occipitalis of the heater in a cistern, i.e., a normal operating condition, the circuit current was 0.83A, the temperature (T_{dn}) of equipment was 50 degrees C or less, and resistance (R_{dn}) of equipment was 0.2 ohms or less. In order to take out the heater for cisterns from the water, to be placed into air and to simulate failure, the thermostat was set as the always closed location. With the heat produced from the coil form heater, the temperature in a glasscase rose at 80 degrees C (T_{crit}) quickly, and resistance ($R_{d trip}$) of equipment became 0.3 ohms at the point. The temperature ($T_{d trip}$) of equipment became about 90 degrees C, and the rate of the heat which equipment generates with I^2R heating exceeded the rate of heat that equipment could be consumed. And the temperature of equipment rose quickly until it would be in the hot equilibrium which the heat produced with I^2R heating consumes. The temperature ($T_{d latch}$) of equipment was about 125 degrees C at this point, as for about 7,200 ohms and a circuit current, resistance ($R_{d latch}$) became about 0.02A, and the coil form heater did not generate remarkable heat any longer. The switching ratio was about 50. And although equipment changed into the restricted condition and the coil form heater did not generate heat, the circuit current fell extremely. The heater for cisterns returned to the original condition by intercepting a current and reducing equipment to a room temperature.

[0040] This equipment was installed in the circuit which becomes in the 144 ohms resistance which carried out the series connection to the equipment stated to 1 two examples, and this equipment, and 120-volt AC power supply. This circuit is the same electrical circuit as the circuit of Example 1 substantially, and was equipped with the same normal system operation conditions. The current was made to increase to about 120A, having installed the short circuit near the resistance and having used this equipment and a serial load as 1 ohm. Power decreased until it reached at the equilibrium point of high temperature as the power of this equipment went up to about 1500W almost momentarily, equipment became an elevated temperature and resistance increased. In the switching ratio, this equipment changed into the restricted condition by about 50 like Example 1.

[0041] The response to the heat generated from the interior from the outside since a PTC component is usually sometimes low resistance according to [as explained in full detail above] this invention and thermal capacity is [a dimension is / becoming low / small and] also low as compared with the thing of the former [power consumption] can be carried out early. The circuit which furthermore has the electric conduction polymer PTC component of this invention also has the advantage that a high current can also be passed, though it is a small-scale method. Furthermore, since what distributed carbon black was used for the conductive organic polymer, it can be hard to produce a crack etc. for a PTC component, therefore it is in various configurations, and even when it is small, manufacture becomes easy, and as a result, a PTC component can be included in a dc-battery, an integrated circuit device, etc.

[0042] The useful PTC constituent used by this invention mentioned above is explained concretely.

[0043] If the impalpable powder conductivity filler of the suitable amount for a crystalline polymer is distributed from the former, it is known that electrical conductivity can be given. A

certain kind of conductive polymer shows the property known as PTC (positive temperature coefficient, forward temperature coefficient) behavior. Although the word of PTC has so far been used in the sense of versatility, in this description, R14 value uses the expression "the constituent in which PTC behavior is shown", and a "PTC constituent" for at least 2.5 and R100 value expressing at least 10 and the constituent whose R30 value is at least 6 still more preferably. Here, the ratio of specific resistance begun with the end [in / in R14 value / 14 degree-C range], the end [in / in R100 value / 100 degree-C range] and the ratio of specific resistance which begins, and R30 value are the ratios of the end in 30-degree-C range, and the specific resistance to begin. The "PTC component" used on these descriptions expresses the element which consisted of above-mentioned PTC constituents. resistance of a PTC component (namely, element which consisted of PTC constituents) — temperature — receiving — a logarithm — a plot looks at an abrupt change over a part of temperature requirement where a constituent often has at least 10 value [R100]. The temperature corresponding to the intersection which extends the line in the both sides of a part as which an abrupt change is regarded by the inclination which is a straight line substantially, and is obtained expresses "switching temperature" (usually written as T_s) on these descriptions. "Peak specific resistance" expresses with this description the maximum specific resistance which a constituent shows above T_s , and "peak temperature" expresses the temperature to which a constituent has peak specific resistance.

[0044] the latest research on a conductive polymer — for example, U.S. Pat. No. 3,858,144 and the West German patent disclosure Pth — 2543314.1, P2755077.2, P2755076.1, and P — it is indicated by 2821799.4, P2903442.2 and this application simultaneously the United States patent application 965th for which it applied, No. 344 and the 965th, and the application corresponding to No. 345.

[0045] Especially a useful known PTC constituent consists of the crystal thermoplasticity polymer by which carbon black is distributed. The polymer used includes the copolymer of the polyolefines and the olefin like polyethylene, and a polar comonomer. Generally, since a constituent increases the stability in the temperature more than T_s , the bridge is preferably constructed by the radiation irradiation in a room temperature. the constituent used for a self-adapting (self-regulating) heater — a room temperature — setting — comparatively high specific resistance — it must usually have at least 103 ohms. By the way, although it is known that the PTC conductivity polymer constituent which has very low specific resistance also has an important application, a very serious problem follows on preparation of such a constituent. For example, refer to [et al., for example, em NAKISU, (M. Narkis) by which it is found out that the strength of the PTC effectiveness decreases quickly, polymer engineering -, and the 18th volume (Poly.Eng-and Sci) 649 pages of - Science (1978) as you make the conductive filler content in this constituent increase, in order to decrease the specific resistance of a PTC conductivity polymer constituent.]. Furthermore, if a PTC conductivity polymer constituent is exposed to an elevated temperature, refer to [[which is found out] (J. Meyer), for example, Jaye MEYA, and polymer engineering - and the 14th volume (Poly.Eng.and Sci.) 706 pages of - Science (1974) also for specific resistance increasing rapidly.].

[0046] this invention persons show the PTC behavior accompanied by the switching temperature (T_s) of 0 degrees C or more. In order to manufacture the constituent which consists of the carbon black which has the specific resistance below 7 ohm-cm, and was distributed by the crystalline polymer component a polymer component — at least 10% of crystallinity — having — carbon black — the particle size D of 20 to 150 millimicron — having — the ratio of surface areas S (m^2/g) and D — [which found out that it was indispensable that S/D does not exceed 10 — it is here and crystallinity is measured in X-ray crystallography. The value S of surface area is measured by the well-known nitrogen adsorption process. About the detail of measurement of D and S, SHUBATO (Schubert), Ford (Ford) and the Lyon (Lyon) work, analysis OBU carbon black (Analysis of Carbon Black), The 8th volume (Encyclopaedia of IndustrialChemical Analysis) 179 pages of an en SAIKURO ** Dear OBU industrial chemical analysis (1969), please refer to John wye rhe - and - Sun (John Wiley and Son) (new yoke **) **.]

[0047] Moreover, the volume ratio of a filler (namely, other granular fillers of all that exist in carbon black and a constituent) to a polymer is [Equation 2] relevant to [do effect important for an electrical property and / this ratio is desirable and] a S/D ratio.

$$\frac{S}{D} = \frac{\text{充填材成分体積}}{\text{ポリマー成分体積}}$$

(This value is hereafter called S/D volume ratio) is [one or less] desirable, and it found out especially more preferably that it had to be 0.3 or less 0.4 or less 0.5 or less.

[0048] this invention persons have the effect for the electrical property of a constituent with the serious work consumed in case carbon black is further distributed in a polymer, and in case a constituent is fabricated. The work consumed at these processes has desirable 9.5 - 2900 kg-m-cc -1 (1-300hp.hr.ft-3). It found out 970 being [-1] further 9.5 - kg-m-cc especially 9.5 - 485 being [-1] kg-m-cc, and that 9.5 - 240 kg-m-cc -1 was the most desirable. When work consumption is too large, a constituent is in the inclination which becomes inadequate [the electric stability at the time of having too high specific resistance at the temperature below Ts, and making it deteriorate at/or an elevated temperature]. On the other hand, if work consumption is too small, the PTC behavior of a constituent will become dissatisfied.

[0049] The polymer component used by this invention is the mixture of a single polymer, two sorts, or the different-species polymer beyond it, and degree of crystallinity is especially desirable and it is 40% or more of thing 20% or more. As a desirable polymer, polyolefines especially one sort, or the polymer of the alpha olefin beyond it, for example, polyethylene, polypropylene and ethylene / propylene copolymer; 1 sort, the alpha olefin beyond it (for example, ethylene), one sort, or the polar comonomer beyond it (for example, vinyl acetate --) A copolymer with an acrylic acid, an ethyl acrylate, and a methyl acrylate; The poly arylenes For example, the poly arylene ether ketone, a sulfone, and a polyphenylene sulfide; The polyester containing poly lactone For example, polybutylene terephthalate, polyethylene terephthalate, and poly caprolactone; polyamides; Polycarbonates and fluorocarbon polymers Namely, the polymers which contain 20% of the weight of a fluorine preferably at least 10% of the weight For example, if it requires a fluorine content comonomer (for example, tetrafluoroethylene) with the poly vinylidene fluoride, polytetrafluoroethylene, fluorination ethylene / propylene copolymer, and ethylene, the copolymer which consists of the third comonomer will be mentioned. Above all, the mixture of polyethylene especially high density polyethylene and ethylene, a polar comonomer, and the result of having excelled when using the copolymer with an acrylic acid preferably are obtained. Especially a desirable polymer component consists of 25 - 75 % of the weight of high density polyethylene, and 2 - 75 % of the weight of ethylene / acrylic-acid copolymers, and contains an acrylic acid four to 10% of the weight preferably in a copolymer.

[0050] When a polymer with comparatively low degree of crystallinity is used, for acquiring the strong PTC effectiveness, particle size is comparatively large, and it is desirable to use carbon black with comparatively low S/D value. However, in many polymers, the result should be satisfied with the carbon black of 20 to particle-size 75 millimicron of a result is obtained. As for the particle size of carbon black, it is desirable that it is larger than 30 millimicrons, and when especially degree of crystallinity is 40% or less of polymer, its 60 or more millimicrons are desirable. It becomes difficulty more to obtain the low constituent of specific resistance, satisfying PTC behavior as the particle size of carbon black becomes large. Then, it is desirable to use the carbon black of about 100 or less millimicrons of particle size.

[0051] A constituent is desirable below 7 ohm-cm, and 5 or less ohm-cm of amounts of the carbon black in a constituent must be the temperature of -40 degree-C-Ts, and the range which it has at 20 degrees C preferably about the specific resistance below 2 ohm-cm below 2 ohm-cm especially more preferably. In order to obtain with the PTC behavior of a request of such specific resistance, a complement is dependent on preparation of a polymer component, carbon black, other existing granular fillers, and a constituent and the shaping approach. the volume ratio to the polymer component of carbon black -- general -- at least 0.15 -- although it is at least 0.25 preferably, it can be made 0.40 or 0.50 substantial more mostly, for example, at least.

[0052] A constituent can be made to contain other granular fillers, for example, non-conductivity inorganic, or an organic filler (for example, a zinc oxide, an antimony trioxide, or clay) in addition to carbon black. On these descriptions, a "filler component" means all the granular fillers in a constituent. A filler component contains other additives which stabilize an antioxidant or a constituent to degradation (for example, heat 1 oxidation degradation) preferably. the amount of such an additive -- criteria [weight / polymer] -- carrying out -- general -- 0.005-10 -- it is 0.5 - 4 % of the weight preferably. As a desirable additive, it is an organic-acid ghost (artificer: the hindered phenol currently manufactured by Ciba-Geigy (Ciba Geigy) as the hindered phenol (hindered phenol) currently indicated by RIYONZU (Lyons) and trade name IRUGA NOx (Irganox) is mentioned.), for example, U.S. Pat. No. 3,986,981. Although it depends for selection of an antioxidant on a polymer of course, generally some of useful matter must notice the electrical property of a constituent also about destabilizing, when it exposes to an elevated temperature as an antioxidant of a polymer.

[0053] When a bridge must be constructed in a constituent, the compound which starts bridge formation by the radiation irradiation of the compound which decomposes into a constituent with heating and starts bridge formation, or a constituent can also be added.

[0054] the constituent of this invention -- at least -- 1000 ohm-cm -- desirable -- at least -- 5000 ohm-cm -- more -- desirable -- at least -- 10000 ohm-cm -- it must have the peak specific resistance of 50000 ohm-cm at least especially. Furthermore, after the specific resistance gives a constituent to the heat deterioration processing which consists of maintaining at the temperature between 100 ohm-cm and peak specific resistance for 25 hours by carrying out heat tracing, it is set. It is desirable that this constituent is 0.5 to 2 twice the specific resistance [in / (a) PTC behavior is shown and / in the specific resistance / in / preferably / at least 1 temperature / T_s and the total temperature between -40 degrees C / between (b) T_s and -40 degree C / this temperature of the constituent in front of heat deterioration]. [0055] It is more desirable that a constituent has the above-mentioned heat deterioration processing for them also after performing these properties especially for 50 hours for 40 hours. in addition, after such heat deterioration processing -- the peak specific resistance of a constituent -- at least -- 1000 ohm-cm -- desirable -- at least -- 5000 ohm-cm -- it is more preferably desirable especially 10000 ohm-cm and that it is 50000 ohm-cm at least at least.

[0056] Although the above-mentioned degradation processing is passive processing, the thing with the constituent in which the resistance stability which should be satisfied is shown starts degradation comparatively promptly, when it deteriorates in an active state, i.e., the elevated temperature by I2R heating. Therefore, after a constituent gives the inside of it to the electrical-potential-difference degradation processing which I2R heating of is done by the flowing current, and is held for 25 hours at the temperature between T_s and $T_s + 50$, it sets. (a) PTC behavior is shown and it is desirable that the specific resistance in T_s and the total temperature between -40 degrees C between (b) T_s and -40 degree C is twice [0.5 to] the specific resistance in this temperature of the constituent before electrical-potential-difference degradation preferably at least 1 temperature.

[0057] It is more desirable that a constituent has the above-mentioned electrical-potential-difference degradation processing for them also after performing these properties especially for 50 hours for 40 hours. in addition, after such electrical-potential-difference degradation processing -- the peak specific resistance of a constituent -- at least -- 1000 ohm-cm -- desirable -- at least -- 5000 ohm-cm -- it is more preferably desirable especially 10000 ohm-cm and that it is 50000 ohm-cm at least at least.

[0058] As an approach of fabricating the approach and the obtained distributed object which makes a polymer component distribute a filler component, any approach is employable. A useful approach is an approach of fusing a polymer and distributing a filler in a melting polymer, present actually by applying a solid-state polymer and a filler component to a mechanical shearing process (and if it requiring heat tracing). A Banbury mixer, a roll mill, a simple leaf, or a compound leaf extruder can perform distribution. After being able to carry out extrusion molding of the distributed object to the configuration of a direct request and cutting it from a mixer to ejection and a wafer by the usual approach, melting shaping of it can be carried out by extrusion

molding, molding, sintering, etc. Work consumption of the grand total in this distribution and forming cycle must be within the limits of the above-mentioned limit. Carbon black must be enough distributed so that the constituent which has a uniform electrical property substantially may be given, and when work consumption increases until to some extent, the constituent in which still stronger PTC behavior is shown is obtained. However, if work consumption is too large, when it is made to deteriorate at an elevated temperature, only the constituent which has too high specific resistance will be electrically obtained at the temperature below an unstable constituent and/, or T_s .

[0059] This invention includes the electric apparatus which consists of a PTC component which fabricates the constituent of this invention and is obtained, especially a circuit control unit. Next, an example is shown and this invention is explained in more detail. Each example is summarized into a table 1 - a table 21.

[0060]

[A table 1]

実施例	ポリマー				カーボンブラック	体積比	充填材			製造条件								
	型	商品名	T _m (℃)	結晶化度 (%)			割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()	S/D	割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	製法	工程温度 (℃)	工程時間 (Min)
1A	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	53.0	AD		1.0	MILL	190	5	58	0
1B	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	53.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
2	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	70.0	MOGUL L	24	138	5.75	30.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0
3	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	70.0	MOGUL L	24	138	5.75	30.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
4	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	54.5	STERLING R	75	25	0.34	44.6	AO		0.9	MILL	190	5	58	0
5	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	54.5	STERLING R	75	25	0.34	44.6	AO		0.9	MILL	190	5	58	20
6	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.4	REGAL 300	25	94	3.76	34.7	AO		0.9	MILL	190	5	58	0
7	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.4	REGAL 300	25	94	3.76	34.7	AO		0.9	MILL	190	5	58	20
8	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.4	STATLEX M550	47	40	0.86	39.6	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
9	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.4	STATLEX M550	47	40	0.86	39.6	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
10	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.4	CONTINEX HAF	28	86	3.07	34.7	AO		0.9	MILL	190	5	58	0
11	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	65.0	STERLING SO	41	42	1.02	34.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
12	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.8	STERLING SO	41	42	1.02	37.3	AO		1.9	MILL	190	5	58	20

[A table 2]

実施例	ポリマー				カーボンブラック					体積比 ($\frac{\text{充填材}}{\text{ポリマー}}$)	充填材			製造条件				
	型	商品名	T _M (°C)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()	S/D		割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	製法	温度 (°C)	時間 (Min)	全エネルギー (kg·m·cc ⁻¹)
13	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.6	STERLING SO	41	42	1.02	36.5	AO CXA	APD 130XL	1.9	MILL	190	5	58	0
14	HDPE	ALATHION 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0
15	HDPE	ALATHION 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
16	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	AO	-	2.0	MILL	190	5	58	20
17	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.3	SHAWHIGAN	42	64	1.5	34.7	AO	-	1.0	MILL	190	5	58	0
18	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.3	SH AW	42	64	1.5	34.7	AO	-	1.0	MILL	190	5	58	20
19	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STATEx 160	19	146	7.68	37.6	AO	-	1.0	MILL	190	5	58	0
20	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STATEx 160	19	146	7.68	37.6	AO	-	1.0	MILL	190	5	58	20
21	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	67.3	CONDUCTEX SC	17	200	11.7	31.7	AO	-	1.0	MILL	190	5	58	0
22	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	67.8	CONDUCTEX SC	17	200	11.7	31.7	AO	-	1.0	MILL	190	5	58	20
23	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEx G	68	32	0.47	40.0	AO	-	1.8	BRA	225	6 at 120 rpm	430	0
24	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEx G	68	32	0.47	40.0	AO	-	1.8	BRA	225	6 at 120 rpm	430	20
25	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEx G	68	32	0.47	40.0	AO	-	1.8	BRA	225	4 at 60 rpm	145	0

[A table 3]

実施例	ポリマー				カーボンブラック				体積比	充 填 材			製 造 条 件					
	型	商品名	T _m (℃)	結晶 化度 (%)	割合 (wt%)	商 品 名	D (μ)	S ()		S/D	割合 (wt%)	型	名称	割合 (wt%)	製法	工程 温度 (℃)	工程 時間 (min)	全エネルギー量 (kg・m・α ⁻¹)
26	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.2	STATEX G	68	32	0.47	40.0	AO		1.8	BRA	225	4 at 60 rpm	145	20
27	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	55.4	STERLING SO	41	42	1.02	33.7	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
28	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	55.4	STERLING SO	41	42	1.02	33.7	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
29	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	STERLING V	50	36	0.72	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
30	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	STERLING V	50	36	0.72	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
31	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.0	CONTINEX 785	60	31	0.52	35.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
32	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	64.0	CONTINEX 785	60	31	0.52	35.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
33	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	UNITED 650	66	36	0.55	36.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
34	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	UNITED 650	66	36	0.55	36.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
35	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	UNITED 660	68	36	0.53	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
36	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.0	UNITED 660	68	36	0.53	41.0	AO		1.0	MILL	190	5	58	2
37	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	STATEX MT	250	10	0.04	75	AO		1.0	MILL	190	5	58	0
38	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	STATEX MT	250	10	0.04	75	AO		1.0	MILL	190	5	58	20

[A table 4]

実施例	ポ リ マ ー				カ ー ボ ン ブ ラ ッ ク				体積比 ($\frac{\text{充填材}}{\text{ポリマー}}$)	元 填 材			製 造 条 件					
	型	商品名	T _M (℃)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()		S/D	割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	炭法	工程 温度 (℃)	工程 時間 (Min)	全エネルギー 密度 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
39	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	52.5	FURNEX 765	60	30	0.5	45.5	AO		2.0	BAN	180	3	153	0
40	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	52.5	FURNEX 765	60	30	0.5	45.5	AO		2.0	BAN	180	3	153	20
41	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	58.8	FURNEX 765	60	30	0.5	39.2	AO		2.0	MILL	190	5	58	20
42	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.0	FURNEX 765	60	30	0.5	40.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
43	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	65.0	MONARCH 1300	13	560	43	35.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0
44	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	65.0	MONARCH 1300	13	560	43	35.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
45	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	MONARCH 1300	13	560	43	34.0	AO		3.0	MILL	190	5	58	0
46	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	63.0	MONARCH 1300	13	560	43	34.0	AO		3.0	MILL	190	5	58	20
47	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	85.0	KETJEN EC	30	1000	33.3	15.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0
48	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	85.0	KETJEN EC	30	1000	33.3	15.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
49	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	82.5	KETJEN EC	30	1000	33.3	14.6	AO		2.9	MILL	190	5	58	0
50	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	82.5	KETJEN EC	30	1000	33.3	14.6	AO		2.9	MILL	190	5	58	20
51	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	21.1	FURNEX 765	60	30	0.5	40.0	AO		2.0	BAN	200	3	3	0

[A table 5]

実施例	ポリマー				カーボンブラック				体積比 (充填材) (%)	充填材			製造条件					
	型	商品名	T _M (°C)	結晶 化率 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()		S/D	割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	製法	工程 温度 (°C)	工程 時間 (Min)	全エネルギー (kg・m・sec ⁻¹)
52	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	21.1	FURNEX 765	60	30	0.5	40.0	AO		2.0	BAN	200	3	3	20
53	LDPE (Plus)	DYNH-1	109	40-60	22.67	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	AO		2.0	BAN	180	3	116	0
54	LDPE (Plus)	DYNH-1	109	40-60	22.67	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	AO		2.0	BAN	180	3	116	20
55	MDPE (Plus)	GULF 2604	118	50-80	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	AO		2.0	BAN	180	3	116	0
56	MDPE (Plus)	GULF 2604	118	50-80	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	AO		2.0	BAN	180	3	116	20
57	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	32.4	STERLING SO	41	42	1.02	34.3	AO		1.9	MILL	190	5	58	20
58	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	30.4	STERLING SO	41	42	1.02	37.3	AO		1.9	MILL	190	5	58	0
59	HDPE (Plus)	MARLEX 6003	135	70-90	30.4	STERLING SO	41	42	1.02	37.3	AO		1.9	MILL	190	5	58	20
60	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	34.7	UNITED SL-90	90	24	0.27	34.7	-	-	-	MILL	190	5	58	0
61	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	34.7	UNITED SL-90	90	24	0.27	34.7	-	-	-	MILL	190	5	58	20
62	MDPE	GULF 2604	118	50-80	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	46.0	AO		2.0	BAN	180	3	97	0
63	MDPE	GULF 2604	118	50-80	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	46.0	AO		2.0	BAN	180	3	97	20
64	EAA	EAA 455	106	10-30	47.0	FURNEX 765	60	30	0.50	51.0	AO		2.0	BAN	160	3	87	0

[A table 6]

実施例	ポリマー				カーボンブラック				充填比 ($\frac{\text{充填材}}{\text{ポリマー}}$)	充填材			製造条件						
	型	商品名	T _m (°C)	結晶化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	φ ()		S/D	割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	製法	工程温度 (°C)	工程時間 (Min)	全エネルギー キ一隆 (Kp·m·Ct ⁻¹)	放射線量 (Mrad)
65	EAA	EAA 455	106	10-30	47.0	FURNEX 765	60	30	0.50	51.0	.58	AO		2.0	DAN	160	3	87	20
66	HDPE	ALATHON 7030	135	10-30	53.2	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	.44	AO		2.0	MILL	190	5	58	0
67	HDPE	ALATHON 7030	135	10-30	53.2	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	.44	AO		2.0	MILL	190	5	58	20
68	LDPE	DYNH-1	109	40-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	.46	AO		1.0	MILL	135	3	38	0
69	LDPE	DYNH-1	109	40-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	.46	AD		1.0	MILL	135	3	38	20
70	PP	PROFAX 6523	165	30-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	.45	AO		1.0	MILL	185	3	38	0
71	PP	PROFAX 6523	165	30-60	52.0	FURNEX 765	60	30	0.50	47.0	.45	AO		1.0	MILL	185	3	38	20
72	PVF ₂ (Plus)	KYNAR 461	165	40	72.0	FURNEX 765	60	30	0.50	20.0	.59	Acid	CF ₃ CO ₂	2.0	MRA	220	3	77	0
73	PVF ₂ (Plus)	KYNAR 461	165	40	72.0	FURNEX 765	60	30	0.50	20.0	.59	Acid	CF ₃ CO ₂	2.0	MRA	220	3	77	20
74	ESTER	PCL, 700	61	40	56.0	FURNEX 765	60	30	0.50	42.0	.46	AO		2.0	DAN	100	3	77	0
75	ESTER	PCL, 700	61	40	56.0	FURNEX 765	60	30	0.50	42.0	.46	AO		2.0	DAN	100	3	77	20
76	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.8	STERLING 50	41	42	1.02	37.3	.33	CXA	130 XL	1.9	MILL	190	5	58	0
77	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STERLING 50	41	42	1.02	37.6	.33	AO		1.0	MILL	190	5	58	20

[A table 7]

	ポリマー				カーボンブラツク				体積比 ($\frac{\text{充填材}}{\text{ポリマー}}$)	充填材			製造条件					
	型	商品名	T _M (℃)	結晶化率 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S ()		S/D	割合 (Wt%)	型	名称	割合 (Wt%)	機法	温度 (℃)	工機 時間 (Min)	全エネルギー (Kg·m·Ct ⁻¹)
実施例																		
78	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	24.0	FURNEX 765	60	30	0.50	44.0	AO		2.0	ZSK	190	3	415	20
79	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	61.4	STERLING SO	41	42	1.02	37.6	AO		1.0	MILL	190	5	58	20
80	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	75.0	XC-72	30	254	8.4	25.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
81	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	74.3	XC-72	30	254	8.4	24.8	AO		0.9	MILL	190	5	58	20
82	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	60.2	STERLING SO	41	42	1.02	36.0	XLA	TAIC	2.9	MILL	190	5	58	20
83	HDPE	MARLEX 6003	135	70-90	59.0	STERLING SO	41	42	1.02	36.0	XLA AO		2.9 1.9	MILL	190	5	58	20
84	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	STERLING V	50	36	0.69	40.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0
85	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	STERLING V	50	36	0.69	40.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
86	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	VULCAN 3	28	80	2.86	40.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0
87	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	60.0	VULCAN 3	28	80	2.86	40.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
88	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	70.0	VULCAN XC-72	30	254	8.4	30.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0
89	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	70.0	VULCAN XC-72	30	254	8.4	30.0	-	-	-	MILL	190	5	58	20
90	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	50.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	50.0	-	-	-	MILL	190	5	58	0

[A table 8]

	ポリマー				カーボンブラック				体積比	充填材			製造条件					
	型	商品名	T _m (℃)	結晶 化度 (%)	割合 (Wt%)	商品名	D (μ)	S (%)		S/D	割合 (Wt%)	型	名 称	割合 (Wt%)	製法	工程 温度 (℃)	工程 時間 (Min)	全エネ ギ一量 (Kg・m・cc ⁻¹)
実施例																		
91	HDPE	ALATHON 7040	135	70-90	50.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	50.0	-	-	-	MILL	190	5	5.8	20
92	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	-	-	-	MILL	190	5	5.8	0
93	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	46.0	UNITED SL-90	90	24	0.27	54.0	-	-	-	MILL	190	5	5.8	20
94	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	62.2	VULCAN 3	28	80	2.86	19.5	AO FR	SANTOVARA DECHLORANE Sb ₂ O ₃	7.8 7.0 3.5	MILL	190	5	5.8	0
95	HDPE	ALATHON 7030	135	70-90	62.2	VULCAN 3	28	80	2.86	19.5	AO FR	SANTOVARA DECHLORANE Sb ₂ O ₃	7.8 7.0 3.5	MILL	190	5	5.8	20

[0061] The component and the manufacture approach which were used for each sample are shown in a table 1 - a table 8. The polymer is shown in a table 1 - a table 8 by a mold, a trade name, the melting point (T_m) of a crystal, degree of crystallinity (%), and the weight rate in a constituent. The code used in the column of a mold is :HDPE which is as follows. High-density-polyethylene LDPE Low-density-polyethylene MDPE Medium density polyethylene EAA Ethylene / acrylic-acid copolymer PP Polypropylene PVF2 The poly vinylidene fluoride PB Poly1 butene FEP In addition to the polymer shown in a table 1 - a table 8, the polymer component of a table 9 is contained in fluorination ethylene / propylene copolymer examples 16, 51-61, and 72, 73 and 78.

[0062]

[A table 9]

実施例	型	名 称	T _m (°C)	結晶割合(%)	割合(wt%)
16	EAA	EAA 499	106	10~30	30.0
51, 52	PP	PROFAX 8523	165	30~60	36.9
53, 54	EAA	SURLYN 1652	102	10~30	28.23
55, 56	EAA	EAA 455	106	10~30	30.0
57	PP	PROFAX 8623	165	30~60	31.4
58, 59	PB	NITRON 100	124	30~55	30.4
60, 61	FEP	FEP 100	275	40	30.6
72, 73	RUBBER	VITON A-HV	—	—	6.0
78	EAA	EAA 499	106	10~30	30.0

[0063] That it is with "PLUS" in the column of the mold of these examples of a table 1 – a table 8 means that an above-mentioned addition component exists. The carbon black used further is shown in a table 1 – a table 8 by weight % in a trade name, particle size (D) and a (micron), surface area (S) (m²/g), and a constituent. Moreover, the S/D ratio is also given. Furthermore, the volume ratio (CB/POLY ratio) of carbon black to a polymer is also shown.

[0064] All the matter that exists in addition to a polymer and carbon black is shown in a table 1 – a table 8. These additives are shown by weight % in a mold, a name, and a constituent. The code used in this type of column is :AO which is as follows. An anti-oxidant and the oxidizing agent used are 4 and 4'-thio screws (3-methyl-6-t-butylphenol) (average degree of polymerization 3-4) [refer to U.S. Pat. No. 3,986,981], unless it is mentioned specially by the column of a name.

CXA Cross linking agent Acid Carrier acid XLA Cross linking agent FR Flame proofing agent

[0065] The code used in the column of a name is as follows. : 130XL Peroxide cross linking agent (RUPAKO (Luperco) 130XL) ARD AJIE light (Agerite) resin D CaCO₃ Calcium carbonate IRUGA NOx (Irganox) Tetrakis [methylene (3) [5-G t-butyl- 1010] 4-hydroxy-hydronalium cinnamate] methane TAIC triallyl isocyanurate SANTOBAA (Santovar) 2, 5-G t-amyl hydronalium kino quinone DEKURORAN (Dechloran) Deca chloro biphenol Sb 2O₃ Antimony trioxide [0066] The amount of total energies (kg-m-cc -1) (Shear History) used during the specific process further used for mixing and shaping of each component, process temperature (degree C), process time amount (min), and manufacture is shown in a table 1 – a table 8. The code used in the column of a process is as follows.

[0067] BAN : Each component (for example, the examples 1A and 1B 1504.8 g high density polyethylene, 1208.4 g carbon black, and a 22.8 g anti-oxidant) of optimum dose is mixed for 5 minutes with flow temperature among a steam heating Banbury mixer with water-cooled Rota. Mixture is cut from a mixer to a wafer, after cooling, ejection and. Some cut mixture is pressed for 5 minutes by ** of 180 degrees C and 70 kg/cm², and it is processed into a plate with a thickness of about 0.1cm. A 2.5x3.75cm rectangle sample is started from this plate. Radiation irradiation of the sample is carried out in these examples. Dosage is shown in a table 1 – a table 8, and is mentioned later for details. A carrier beam sample constructs a bridge in the exposure of a fixed dose. Next, a silver-epoxy constituent (electrodag 504 (Electrodag)) is applied to band-like [of 0.6x2.5cm] at each edge of a sample, and a silver electrode is formed. It heat-treats by maintaining a sample for 15 minutes at 160 degrees C by heat tracing. Subsequently, it cools to a room temperature at 1-degree-C a rate for /.

[0068] MILL: Each component of optimum dose is mixed with flow temperature by the 7.6cm roll mill heated electrically. Mixture is formed in a sheet from a mill, and after cooling, it cuts to a wafer. Some cutting mixture is pressed for 3 minutes by optimal temperature and 70kg [/cm] **, and it is processed into a plate with a thickness of about 0.06cm. A 2.5x3.75cm rectangle

sample is started from a plate. BAN when mentioned specially, after carrying out radiation irradiation — a silver electrode is formed like law. Subsequently, a sample is maintained for 15 minutes by $T_{**}+30$ by heat tracing, and is heat-treated. Then, it cools to a room temperature at 1-degree-C a rate for /.

[0069] It is a counterrotation type compound leaf mixer (it mixes by the Brabender plastograph (Brabender Plastograph), mixture is extruded and twisted, and it considers as an object.) about each component of BRA optimum dose. : After cooling this, it cuts to a wafer. Then, the sample was manufactured from cutting mixture like the MILL method.

[0070] The dose to the sample over which the bridge was constructed by radiation irradiation is also shown in a table 1 – a table 8. When a dose is 20Mrad(s), 10Mrad exposure is carried out from the side which is one side first, and, subsequently 10Mrad exposure is carried out from another side. In the examples 13 and 76, it heated for 12 minutes at 200 degrees C, and the bridge was constructed in the sample.

[0071]

[A table 10]

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{シリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_s	$T_{\rho p}$
1A	0.12	6.5×10^{-1}	4.2×10^4	125	139	144
1B	0.12	1.3×10^0	$>1.7 \times 10^6$	120	132	>145
2	1.32	3.6×10^0	5.1×10^2	105	127	137
3	1.32	5.9×10^0	5.3×10^5	87	124	137
4	0.15	8.0×10^{-1}	2.4×10^3	113	130	142
5	0.15	9.0×10^{-1}	2.2×10^5	97	130	138
6	1.08	5.8×10^0	$>2.0 \times 10^6$	110	130	>137
7	1.08	5.1×10^0	$>1.5 \times 10^6$	100	125	>137
8	0.31	9.0×10^{-1}	1.7×10^6	97	123	>150
9	0.31	1.1×10^0	2.1×10^3	123	136	145
10	0.88	1.9×10^0	1.1×10^6	118	131	>160
11	0.28	5.9×10^0	$>1.4 \times 10^6$	105	125	>130
12	0.33	5.6×10^0	$>1.6 \times 10^6$	110	131	>140
13	0.33	1.2×10^1	9.4×10^5	110	130	>160
14	0.17	4.5×10^{-1}	8.9×10^2	130	134	140
15	0.17	6.9×10^{-1}	1.7×10^4	123	126	>160
16	0.33	2.9×10^0	9.5×10^5	81	85	>175

[A table 11]

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_P	T_{2x}	T_s	$T_{\rho P}$
17	0.43	2.2×10^0	1.3×10^3	126	130	140
18	0.43	3.4×10^0	2.6×10^2	118	126	>175
19	2.51	1.6×10^0	1.3×10^2	117	130	140
20	2.51	2.7×10^0	7.4×10^2	118	125	>175
21	2.93	2.9×10^0	2.6×10^2	113	130	140
22	2.93	5.9×10^0	1.9×10^4	110	127	>175
23	0.17	4.4×10^0	> 1.8×10^6	115	132	>140
24	0.17	8.4×10^0	> 1.5×10^6	95	127	>135
25	0.17	7.1×10^0	> 1.4×10^6	111	131	>139
26	0.17	9.4×10^0	> 1.6×10^6	85	125	>135
27	0.28	1.5×10^0	1.3×10^5	115	131	140
28	0.28	3.1×10^0	1.5×10^5	108	129	140
29	0.27	1.1×10^0	8.5×10^4	112	133	145
30	0.27	3.5×10^0	> 1.4×10^6	100	127	137
31	0.15	4.6×10^0	> 1.8×10^6	94	134	>145
32	0.15	1.4×10^1	> 1.8×10^6	100	126	>139
33	0.17	2.4×10^0	> 1.9×10^6	118	138	>146

[A table 12]

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_P	T_{2x}	T_s	$T_{\rho P}$
34	0.17	7.9×10^0	$>1.9 \times 10^5$	112	130	>138
35	0.20	1.6×10^0	2.1×10^4	120	138	150
36	0.20	4.0×10^0	1.9×10^5	115	131	>175
37	0.07	5.8×10^0	1.7×10^5	128	136	>175
38	0.07	8.2×10^0	1.2×10^5	131	134	>175
39	0.23	1.5×10^1	2.6×10^3	87	125	138
40	0.23	5.7×10^1	1.9×10^5	90	124	138
41	0.18	5.1×10^0	$>1.6 \times 10^6$	112	130	>138
42	0.18	3.8×10^0	$>1.5 \times 10^6$	117	128	>140
43	1234	9.1×10^0	6.4×10^1	122	117	140
44	1234	2.2×10^1	1.9×10^2	118	120	135
45	1234	1.6×10^1	1.8×10^2	124	124	140
46	1234	2.5×10^1	3.8×10^2	125	123	140
47	3.13	1.7×10^0	4.3×10^0	139	127	142
48	3.13	2.5×10^0	6.0×10^0	137	122	>175
49	3.13	2.4×10^0	6.5×10^0	138	130	143
50	3.13	2.7×10^0	8.2×10^0	135	125	139

[0072]

[A table 13]

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_s	T_{pp}
51	0.18	4.6×10^0	$>2.0 \times 10^6$	109	128	>136
52	0.18	1.5×10^1	$>1.8 \times 10^6$	95	126	>137
53	0.24	1.9×10^0	5.8×10^3	75	87	121
54	0.24	5.0×10^0	$>1.7 \times 10^6$	78	99	>175
55	0.22	2.2×10^0	3.4×10^3	65	85	115
56	0.22	3.6×10^0	2.2×10^4	67	83	>175
57	0.28	4.3×10^0	$>1.4 \times 10^5$	104	129	>140
58	0.28	2.3×10^0	3.6×10^2	101	120	140
59	0.28	3.6×10^0	7.7×10^2	103	125	>175
60	0.10	1.3×10^0	2.2×10^4	117	138	145
61	0.10	1.9×10^0	$>2.2 \times 10^6$	117	129	>175
62	0.23	1.7×10^0	1.7×10^4	100	114	130
63	0.23	2.6×10^0	4.3×10^5	100	114	>180
64	0.29	2.4×10^0	1.7×10^4	59	85	108
65	0.29	2.5×10^0	5.6×10^3	87	82	>180
66	0.22	1.5×10^0	3.1×10^4	126	132	144
67	0.22	1.6×10^0	4.2×10^4	116	131	139

[A table 14]

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_i	T_{op}
68	0.23	1.6×10^0	2.5×10^3	75	100	120
69	0.23	2.1×10^0	4.8×10^4	75	93	>180
70	0.23	2.4×10^0	3.2×10^3	120	142	183
71	0.23	3.8×10^0	3.3×10^3	115	136	166
72	0.30	3.4×10^0	9.3×10^3	115	145	166
73	0.30	2.1×10^1	1.8×10^6	105	138	>161
74	0.23	2.6×10^0	4.0×10^3	50	55	61
75	0.23	2.6×10^0	5.7×10^3	50	55	61
76	0.33	7.1×10^0	1.7×10^5	105	128	>160
77	0.33	6.6×10^0	1.5×10^6	105	127	>135
78	0.33	2.9×10^0	9.5×10^5	81	85	>175
79	0.33	5.8×10^0	1.7×10^6	120	129	140
80	1.50	9.1×10^0	3.6×10^3	110	129	>160
81	1.50	1.5×10^1	3.6×10^4	110	130	>160
82	0.33	7.1×10^0	> 1.8×10^6	108	125	>135
83	0.33	7.1×10^0	> 1.7×10^6	110	125	>137
84	0.25	8.6×10^{-1}	8.6×10^2	112	132	140

[A table 15]

実施例	$\left(\frac{S}{D}\right) \times \left(\frac{\text{充填材体積}}{\text{ポリマー体積}}\right)$	ρ_{20}	ρ_p	T_{2x}	T_i	T_{op}
85	0.25	1.4×10^0	4.3×10^3	110	125	>160
86	1.02	7.4×10^{-1}	6.9×10^1	120	130	140
87	1.02	9.4×10^{-1}	5.2×10^2	105	125	140
88	1.92	1.9×10^0	1.9×10^1	125	127	140
89	1.92	2.0×10^{-1}	2.2×10^5	125	125	>160
90	0.14	6.0×10^{-1}	1.5×10^3	122	131	140
91	0.14	1.4×10^0	> 1.5×10^6	110	127	>155
92	0.17	4.5×10^{-1}	8.9×10^2	130	134	140
93	0.17	6.9×10^{-1}	1.7×10^4	123	126	>160
94	0.49	3.0×10^1	1.0×10^5	90	125	140
95	0.49	4.4×10^2	1.6×10^6	80	116	>135

[0073] In a table 10 – a table 15, it is [Equation 3] of each sample.

$$\frac{S}{D} \times \frac{\text{充填材成分体積}}{\text{ポリマー成分体積}}$$

It comes out and the value, and the specific resistance / temperature characteristic value shown is shown. The specific resistance shown in a table 10 – a table 15 is calculated from the resistance measured while carrying out heat tracing and carrying out temperature up at 1-degree-C a rate for /from a room temperature. The code used with a table 10 – a table 15 is as follows.

rho20: 20 (ohm.cm) degree C specific resistance rho_p (ohm.cm) Peak specific resistance T_{2x} Temperature T_s which becomes twice the specific resistance whose (degree-C) specific resistance is 20 degrees C (degree-C) switching temperature T_p (degree-C) peak temperature

[0074]

[A table 16]

実施例	エージング条件		初期性能		最終性能		2 時間 後		9 時間 後	
	ρ_T	T	ρ_{20}	ρ_ρ	ρ_{20}	ρ_ρ	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)
1A	2.0×10^4	140	8.3×10^{-1}	4.2×10^4	5.8×10^0	1.7×10^6	8.4×10^{-1}	1	1.1×10^0	1
2	5.2×10^2	130	1.6×10^1	5.1×10^2	1.4×10^1	1.0×10^2	1.6×10^1	0	1.5×10^1	6
3	1.6×10^4	130	5.9×10^0	5.3×10^5	1.4×10^1	$> 1.1 \times 10^6$	5.6×10^0	5	6.6×10^0	12
4	6.5×10^2	130	4.0×10^0	2.4×10^3	3.2×10^0	2.1×10^1	4.0×10^0	0	3.8×10^0	0
5	1.4×10^6	130	1.3×10^1	2.2×10^5	2.0×10^1	2.2×10^5	1.5×10^1	15	1.7×10^1	30
7	1.8×10^5	130	7.5×10^0	$> 1.5 \times 10^6$	1.3×10^1	5.0×10^5	7.6×10^0	1	9.1×10^0	21
8	8.3×10^2	130	4.5×10^0	1.7×10^6	3.4×10^0	1.6×10^1	4.5×10^0	0	4.0×10^0	11
9	2.1×10^6	130	7.3×10^0	2.1×10^3	1.4×10^1	6.0×10^5	8.5×10^0	16	9.4×10^0	29
10	1.1×10^2	130	2.8×10^0	1.1×10^6	2.7×10^0	1.1×10^2	3.0×10^0	7	2.9×10^0	4
11	1.4×10^6	130	5.7×10^0	$> 1.4 \times 10^6$	9.9×10^0	3.2×10^5	6.7×10^0	18	7.1×10^0	24
12	1.6×10^6	130	4.5×10^0	$> 1.6 \times 10^6$	7.5×10^0	9.5×10^5	5.2×10^0	16	5.6×10^0	24
13	2.3×10^5	130	9.4×10^0	9.4×10^5	1.5×10^1	1.5×10^4	1.2×10^1	28	1.3×10^1	38
29	3.0×10^4	140	1.5×10^0	8.5×10^4	3.1×10^0	$> 1.6 \times 10^6$	1.6×10^0	7	1.8×10^0	20
33	$> 1.9 \times 10^6$	140	3.8×10^0	$> 1.9 \times 10^6$	8.5×10^0	$> 1.9 \times 10^6$	4.2×10^0	11	9.4×10^0	147
35	3.1×10^3	140	1.6×10^0	2.1×10^4	3.3×10^0	2.6×10^5	1.5×10^0	6	1.7×10^0	6
40	3.3×10^2	130	1.6×10^0	1.9×10^5	4.7×10^0	2.1×10^3	2.0×10^0	25	2.5×10^0	56
41	7.5×10^4	130	4.4×10^0	$> 1.6 \times 10^6$	6.4×10^0	1.5×10^2	4.9×10^0	11	5.3×10^0	20
42	7.0×10^4	130	3.3×10^1	$> 1.5 \times 10^6$	4.4×10^0	4.4×10^3	3.6×10^0	9	3.8×10^0	18
51	2.7×10^2	130	1.9×10^0	$> 2.0 \times 10^6$	2.0×10^0	3.0×10^1	2.0×10^0	5	2.0×10^0	5
52	3.2×10^3	130	7.1×10^0	$> 1.8 \times 10^6$	7.0×10^0	1.6×10^3	6.9×10^0	3	7.0×10^0	2
62	1.9×10^4	140	1.7×10^0	2.5×10^4	3.7×10^0	$> 1.0 \times 10^5$	2.2×10^4	29	2.4×10^0	41

[A table 17]

実施例	エーシング条件		初期性能		最終性能		2時間後		9時間後	
	ρT	T	ρ_{20}	ρ_p	ρ_{20}	ρ_p	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)
63	3.3×10^5	140	2.6×10^0	4.3×10^5	4.6×10^0	$>2.0 \times 10^6$	3.1×10^0	19	3.7×10^0	42
64	5.4×10^3	140	2.4×10^0	1.7×10^4	6.6×10^0	$>3.3 \times 10^5$	3.0×10^0	25	3.6×10^0	25
65	5.9×10^2	140	2.5×10^0	5.6×10^3	4.6×10^0	$>2.7 \times 10^2$	3.3×10^0	32	3.9×10^0	56
66	2.2×10^4	140	1.5×10^0	3.1×10^4	1.3×10^1	7.4×10^4	8.4×10^0	460	6.2×10^0	313
67	6.9×10^4	140	1.6×10^0	4.2×10^4	3.2×10^0	2.2×10^1	6.1×10^{-1}	61	3.4×10^{-1}	79
68	5.6×10^3	140	1.6×10^0	2.5×10^3	3.1×10^0	1.4×10^4	2.0×10^0	25	2.3×10^0	44
69	9.0×10^2	140	2.7×10^0	4.8×10^4	5.3×10^0	1.8×10^4	2.7×10^0	29	3.0×10^0	43
76	1.5×10^4	130	5.9×10^0	1.7×10^5	7.0×10^0	4.3×10^3	6.6×10^0	12	6.7×10^0	14
80	1.5×10^3	130	9.1×10^0	3.6×10^3	9.1×10^0	3.3×10^2	9.1×10^0	0	9.1×10^0	0
81	5.2×10^3	130	1.3×10^1	3.6×10^4	1.3×10^1	$>6.9 \times 10^2$	1.3×10^1	0	1.3×10^1	0
82	1.4×10^5	130	5.8×10^0	$>1.6 \times 10^6$	7.6×10^0	$>1.4 \times 10^2$	6.2×10^0	7	6.7×10^0	16
83	3.4×10^5	130	7.1×10^0	$>1.7 \times 10^6$	9.2×10^0	2.5×10^3	7.4×10^0	4	7.8×10^0	10
85	2.9×10^3	140	1.4×10^0	4.3×10^3	2.2×10^0	5.1×10^3	1.5×10^0	7	1.7×10^0	21
89	8.6×10^1	140	2.2×10^0	2.2×10^5	2.6×10^0	$>8.4 \times 10^4$	2.2×10^0	0	2.2×10^0	0
90	8.4×10^2	140	1.3×10^0	1.5×10^3	3.9×10^0	7.6×10^3	2.2×10^0	69	2.9×10^0	123
91	3.0×10^5	140	2.0×10^0	$>1.5 \times 10^6$	2.7×10^0	1.1×10^6	3.1×10^0	55	4.3×10^0	115
93	5.2×10^4	140	6.9×10^{-1}	1.7×10^4	1.0×10^0	1.3×10^3	6.9×10^{-1}	0	8.3×10^{-1}	20

[A table 18]

実施例	2 7 時 間 後		4 6 時 間 後		5 2 時 間 後		7 3 時 間 後	
	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)
1 A	1.2×10^0	44	1.8×10^0	116			5.8×10^0	598
2	1.4×10^1	12			1.4×10^1	12		
3	9.9×10^0	68			1.4×10^1	137		
4	3.6×10^0	10			3.2×10^0	20		
5	2.2×10^1	69			2.7×10^1	107		
7	1.1×10^1	47			1.3×10^1	73		
8	3.8×10^0	16			3.4×10^0	24		
9	1.1×10^1	51			1.4×10^1	92		
10	2.8×10^0	3			2.7×10^0	2		
11	8.5×10^0	49			9.9×10^0	74		
12	6.7×10^0	49			7.5×10^0	67		
13	1.4×10^1	49			1.5×10^1	59		
29	2.3×10^0	53	2.8×10^0	87			3.1×10^0	106
33	6.0×10^0	58	7.4×10^0	95			8.5×10^0	123
35	2.0×10^0	25	2.5×10^0	56			3.3×10^0	106
40	2.8×10^0	75			4.7×10^0	193		
41	6.1×10^0	39			6.4×10^0	45		
42	4.4×10^0	86			4.4×10^0	86		
51	2.1×10^0	10			2.0×10^0	5		
52	7.0×10^0	2			7.0×10^0	2		
62	3.7×10^0	117	4.2×10^0	147			3.7×10^0	117

[A table 19]

実施例	2 7 時 間 後		4 6 時 間 後		5 2 時 間 後		7 3 時 間 後	
	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)	ρ	変化率 (%)
63	5.0×10^0	92	5.6×10^0	115			4.6×10^0	77
64	5.1×10^0	112	5.9×10^0	145			6.6×10^0	175
65	5.1×10^0	104	5.2×10^0	108			4.6×10^0	84
66	1.3×10^1	767	1.0×10^1	566			1.3×10^1	767
67	4.6×10^{-1}	71	3.5×10^0	118			3.2×10^0	100
68	2.7×10^0	69	3.1×10^0	94			3.1×10^0	94
69	3.8×10^0	81	4.0×10^0	90			5.3×10^0	152
76	7.1×10^0	20			7.0×10^0	19		
80	9.1×10^0	0			9.1×10^0	0		
81	1.3×10^1	0			1.3×10^1	0		
82	7.6×10^0	31			7.6×10^0	31		
83	8.4×10^0	18			9.2×10^0	29		
85	2.0×10^0	43	2.2×10^0	57			2.2×10^0	57
89	2.7×10^0	23	3.0×10^0	36			2.6×10^0	18
90	3.4×10^0	161	5.2×10^0	300			3.9×10^0	200
91	5.0×10^0	150	2.7×10^0	35			2.7×10^0	35
93	1.0×10^0	45	1.0×10^0	45			1.0×10^0	45

[0075] The effectiveness over the specific resistance of hot heat deterioration is shown in a table 16 – a table 19 about many samples. In order to obtain the data of a table 10 – a table 15, after carrying out heat tracing to the column of the initial engine performance of a table 16 – a table 19 at 1-degree-C a rate for /, the specific resistance (ρ_{20}) of the sample cooled at 20-degrees C and the peak specific resistance at the time of heating by part for 1-degree-C/again (ρ_{peak}) are shown. Subsequently, a sample is cooled to a room temperature and the specific resistance in T (this temperature) reheated and measured to the temperature T shown in a table 16 – a table 19 is shown in the column of ρ_{**} . At this temperature T, by 2 hours, 9 hours, and 27 hours after and the sample processed for 73 hours, it saved for 73 hours, and the sample was cooled to 20 degrees C 46 hours after, and 52 or before reheating to temperature T, specific resistance was measured for the sample. The specific resistance of the sample in 20 degrees C after [each] carrying out time amount degradation is shown in each time amount column. The rate of change of the specific resistance in 20 degrees C, $\times 100$ [i.e., $(\rho - \rho_{20} / \rho_{20})$,], is simultaneously shown in this column.

[0076]

[A table 20]

実施例	0	5 時間 後		10 時間 後		20 時間 後		30 時間 後		50 時間 後	
	ρ	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)
16	1.97	2.22	12	2.51	27	3.51	78	5.30	169	11.9	504
40	1.41	4.40	212	19.9	1311	54.3	3751	217	15290		
54	2.63	3.15	20	3.16	20	3.35	27	4.05	54	5.67	116
56	3.07	3.39	10	3.43	12	3.61	18	4.03	31	5.17	68
63	2.86	3.84	34	7.67	168	30.2	756	69.8	2340	185	6368
65	1.82	2.46	35	2.47	36	2.59	42	3.12	71	3.60	98
85	1.24	2.97	139	8.53	587	19.6	1480	28.5	2198	98.9	7875
89	1.89	最初の電圧		上昇で燃焼							
91	0.82	2.91	209	9.26	1029	13.6	1559	45.7	5473	597	72705
93	0.59	0.96	63	1.34	127	2.25	281	7.05	1093	13.4	2171

[A table 21]

実施例	0	5 時間 後		10 時間 後		20 時間 後		30 時間 後		50 時間 後	
	ρ	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)	ρ	変化率(%)
16	1.5	—	—	1.6	7	1.8	20	1.9	27	2.1	40
40	1.5	—	—	1.7	13	1.9	27	—	—	2.2	47
52	3.0	4.8	60	6.4	113	8.8	193	10.0	233	—	—
54	3.5	3.7	6	—	—	3.8	9	4.0	14	5.2	49
56	3.7	—	—	5.0	35	5.5	49	5.9	59	6.5	76

[0077] The effectiveness over the specific resistance of hot electrical-potential-difference degradation is shown in a table 20 and a table 21. These samples some cutting mixture of the shown example Ejection, the temperature of 180 degrees C, After compressing for 5 minutes by pressure 70 kg/cm² and fabricating on the plate of 0.2cm thickness, A disc with a diameter of 1.9cm is cut down from a plate, and the mould of the thing with a diameter of 1.9cm started circularly is carried out for the expansion wire gauze of nickel-plating copper, an electrode is formed, and subsequently, after irradiating each disc front face by 20Mrad, 20AWG lead wire is attached and manufactured to an electrode on it. Heat tracing of the sample is carried out, and after maintaining for 15 minutes and heat-treating by ** (T**+30), it is cooled to a room temperature at 1-degree-C a rate for /. And the specific resistance of a sample is measured at 20 degrees C. Next, the lead wire of equipment is connected to the AC power supply of various electrical potential differences. When the electrical potential difference of a power source makes ***** connection of the equipment for the first time again at a power source, it keeps at 30-35V for [of the beginning] 30 seconds, and except when carrying out rising voltage to rear-spring-supporter 120V subsequently to for 2 minutes, it is kept at 120V. Under such a condition, a sample measures specific resistance, 30 or before [although it deteriorates for 50 hours,] being cooled by 20 degrees C 5, 10, 20, or 30 hours after and applying an electrical potential difference again. The specific resistance of the sample in 20 degrees C after [which carried out time amount degradation processing] being shown by these conditions is shown in the rho column with the rate of change of specific resistance.

[0078] When the constituent of examples 40, 54, 56, 63, 65, 85, 91, and 93 is followed in the same electrical-potential-difference deterioration test, although the constituent of examples 54, 56, and 65 is stable to electrical-potential-difference degradation and its increment in specific resistance after 30-hour degradation is 2 double less or equal, on the other hand, the constituent of examples 40, 63, 85, 91, and 93 is not stable, and the increment in specific resistance 30 hours after also becomes 10 or more times.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the graph which shows the relation between resistance/temperature of a typical PTC component.

[Drawing 2] It is the circuit diagram showing the typical example of a circuit of this invention.

[Drawing 3] It is the graph which shows the relation between the power/temperature of the typical circuit protector concerning this invention.

[Drawing 4] It is the graph which shows the relation between the power/temperature of the typical circuit protector concerning this invention.

[Drawing 5] It is the sectional view showing the example of the circuit protector concerning this invention.

[Drawing 6] It is the sectional view showing the example of the circuit protector concerning this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the heater for cisterns equipped with the circuit protector of drawing 5 .

[Drawing 8] It is the electrical diagram of the heater for cisterns of drawing 7 .

[Description of Notations]

- 1 -- PTC component 2 -- Electrode
- 3 -- Oxygen shielding layer 4 -- Lead
- 5 -- Layer 11 -- Circuit protector
- 12 -- Coil heater 13 -- Thermostat
- 14 -- Glass fiber 15 -- Plug
- 16 -- Lamp 17 -- Resistance
- 18 -- Lamp 19 -- Resistance
- 20 -- Cap 21 -- Glass tube case
- 22 -- Member 23 -- Ring
- 121 -- Resistance wire for heaters 122 -- Ceramic core
- 131 -- NARUDONOBU 132 -- Capacitor
- 201 -- Frame.

[Translation done.]

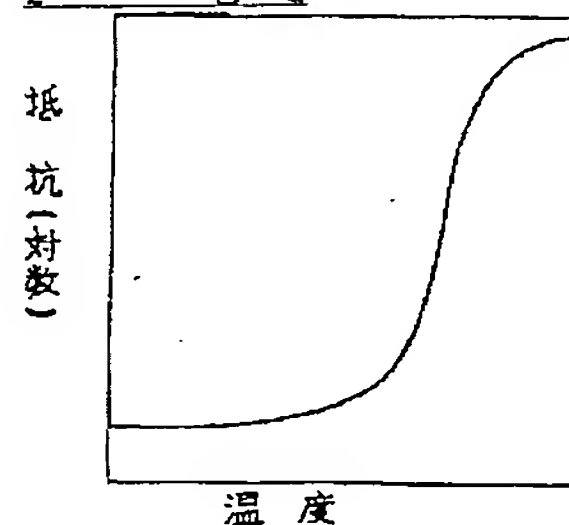
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

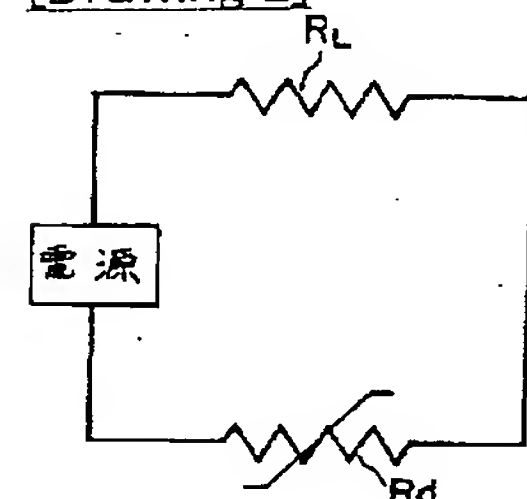
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

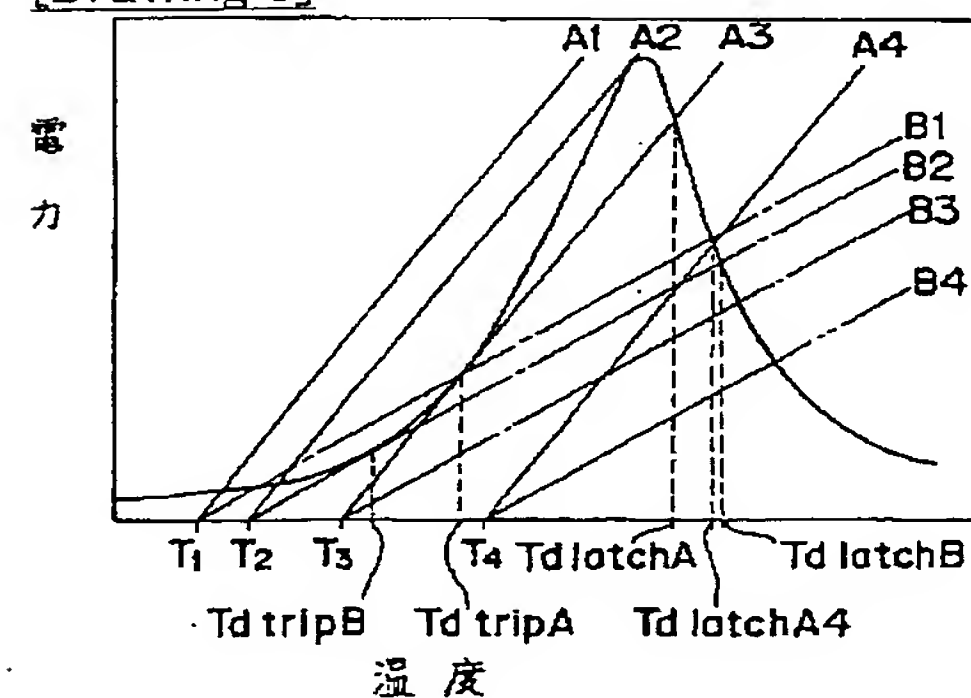
[Drawing 1]



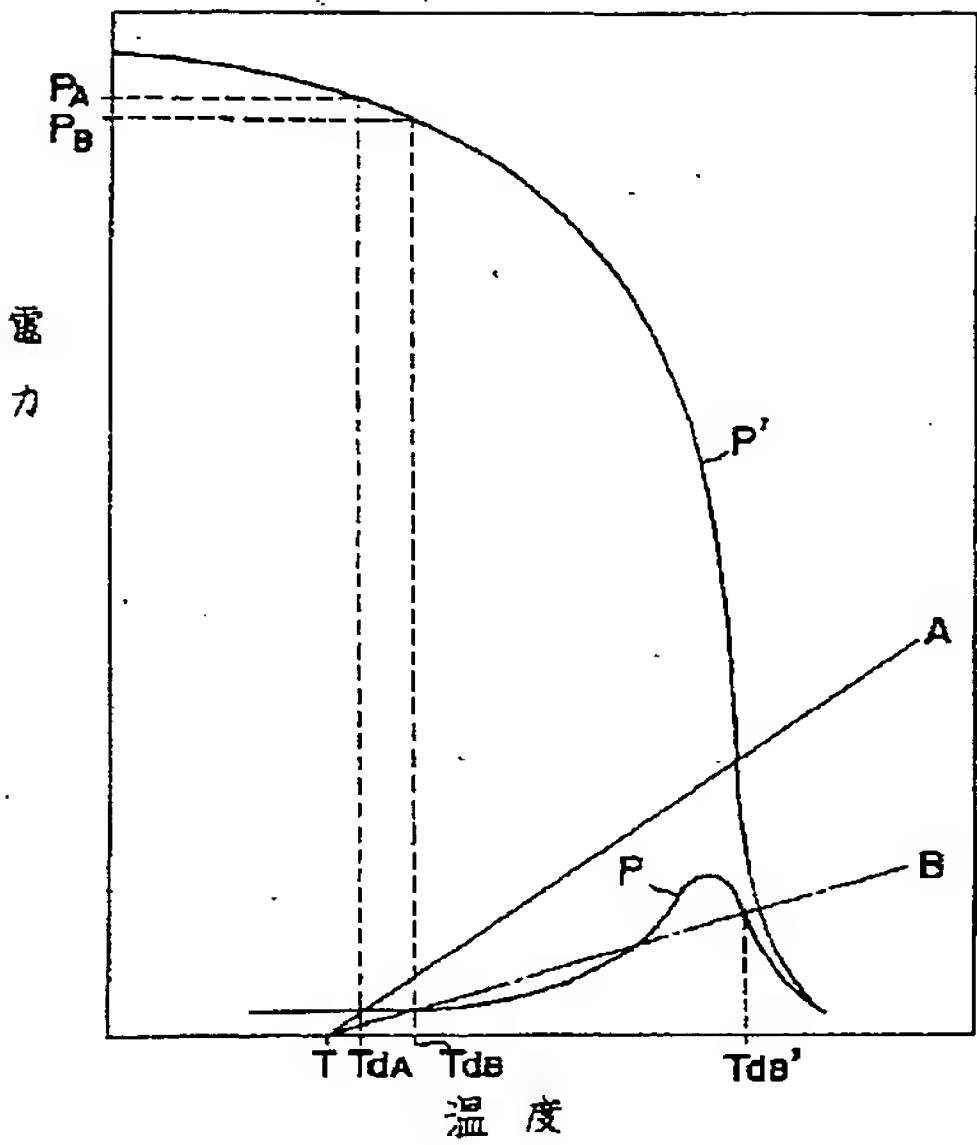
[Drawing 2]



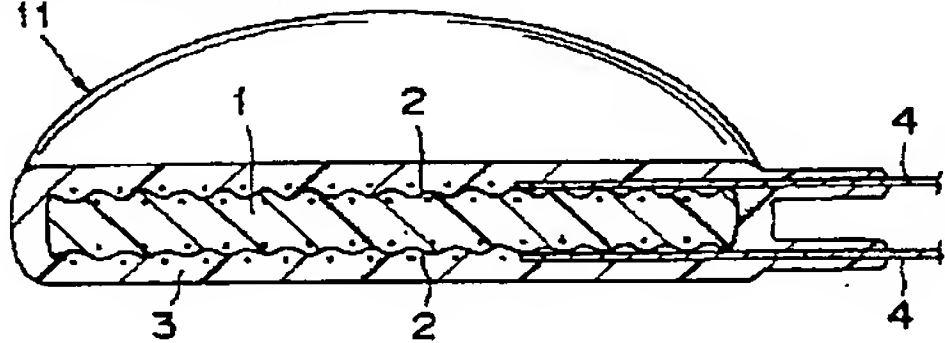
[Drawing 3]



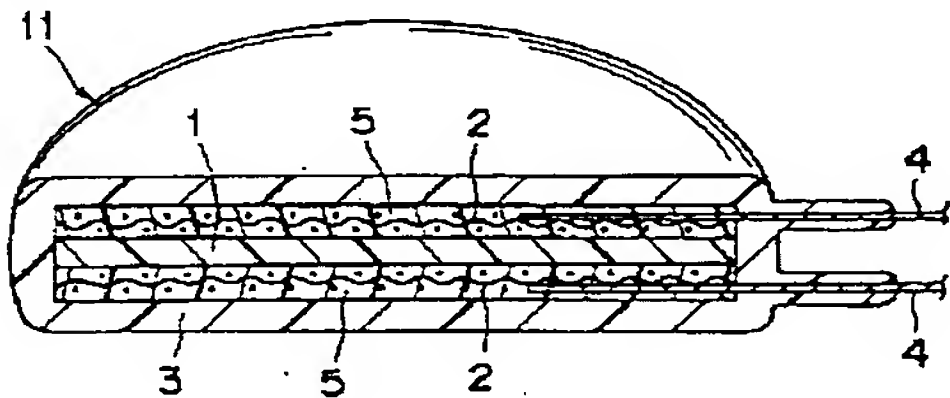
[Drawing 4]



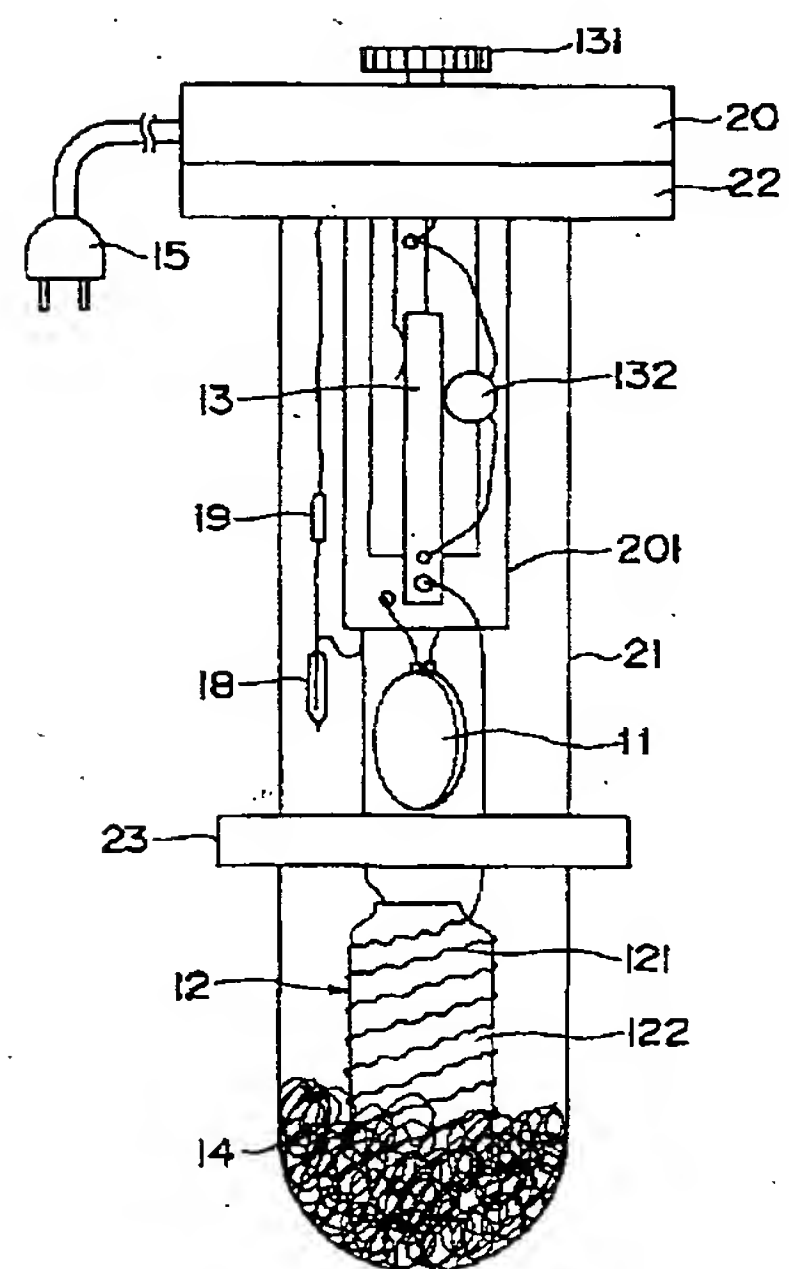
[Drawing 5]



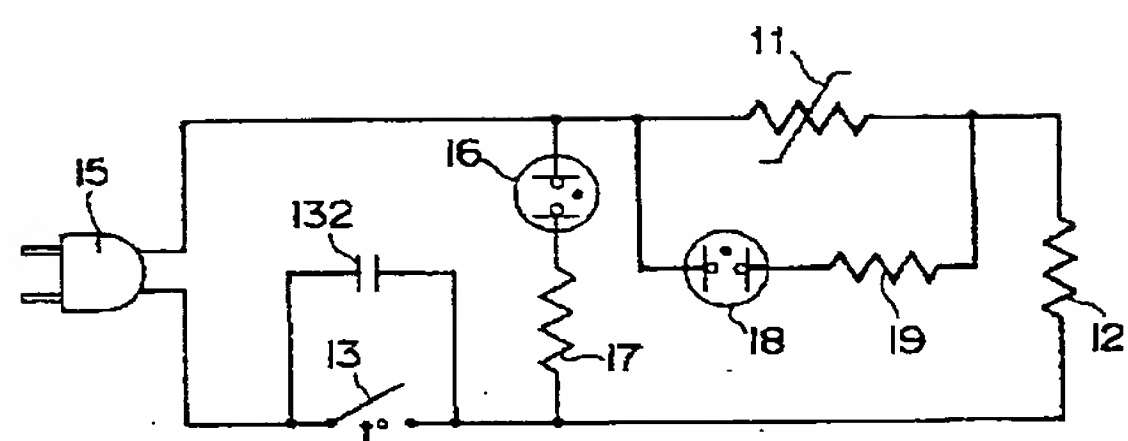
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

WRITTEN AMENDMENT

----- [procedure amendment]

[Filing Date] July 6, Heisei 7

[Procedure amendment 1]

[Document to be Amended] Description

[Item(s) to be Amended] Claim 2

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[Claim 2] The protection network according to claim 1 whose 2nd circuit protector of the above is a thermostat or a bimetal switch.

[Translation done.]